АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

МИКРОБИОЛОГИЯ

ЖУРНАЛ ОБЩЕЙ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
И ПРОМЫШЛЕННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ

ТОМ XXIII. ВЫП. 3

МАЙ—ИЮНЬ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА

1954

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
2 SEP 1954

МИКРОБИОЛОГИЯ

Главный редактор чл.-корр. АН СССР А. А. Имшенецкий

Секретарь Я. И. Раутенштейн

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н. Д. Иерусалимский, Н. А. Красильников,
Е. Н. Мишустин, К. И. Рудаков, М. В. Федоров,
В. Н. Шапошников

ПО ВСЕМ ВОПРОСАМ ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «МИКРОБИОЛОГИЯ» ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ: МОСКВА, УЛ. КУЙБЫШЕВА, 8. КОНТОРА «АКАДЕМКНИГА»

Рукописи направлять по адресу:

Москва, Подсосенский пер., 21, Издательство Академии наук СССР,

редакция журнала «Микробиология»

ФИЛЬТРУЮЩИЕСЯ ФОРМЫ БАКТЕРИЙ ВОЗДУХА

Л. И. Солнцева

В одной из наших предыдущих работ по фильтрующимся формам бактерий [1] мы упоминали о культурах, обнаруженных в контрольных чашках с посевами микроорганизмов, служивших «кормилками». Они привлекли наше внимание своим сходством с культурами, получаемыми в опытах с фильтрацией культур через бактериальные фильтры. В связи с этим возник вопрос о нахождении в воздухе каких-то форм, которые можно отнести или к фильтрующимся формам воздуха, или к каким-то новым, мало изученным видам микробов, находящимся в воздухе и обладающим пониженной функцией роста и большим полиморфизмом.

С целью решить вопрос о том, имеются ли в воздухе фильтрующиеся формы бактерий, нами был проведен ряд опытов. В первой серии опытов через стерильную водопроводную воду в количестве 50 мл, налитую в эрленмейеровскую колбочку емкостью в 100 мл, продувался воздух лаборатории в течение 24 часов. Затем вода, содержавшая микроорганизмы и пыль, фильтровалась через фильтр Зейтца с асбестовой прокладкой «СФ». Фильтрация производилась непосредственно в колбе с питательной средой, так как в методическом отношении это более надежно. Фильтрат в количестве 25 мл поступал в колбочку-приемник с 50 мл МПБ. Засеянные фильтратами колбочки ставились в термостат при 30°, где выдерживались в течение 2—3 месяцев. В общей сложности было поставлено 12 опытов. В двух из них были выделены культуры, которые на четвертый день дали рост. В одном опыте появилась едва заметная муть, в другом небольшой, рыхлый, состоящий из мелких комочков осадок на дне колбочки. При микроскопии в культуре, дающей муть на МПБ, были обнаружены очень мелкие кокки различной величины. Вторая культура обладала большим полиморфизмом и состояла как из кокковых, так и палочковидных элементов.

Помимо опытов с фильтрацией воздуха, нами было проведено еще 17 опытов с фильтрацией взвеси пыли. Методика этих опытов была следующей. Собранная комнатная пыль высыпалась в стерильную водопроводную воду (pH = 7,5), и затем вода фильтровалась через фильтр Зейтца с асбестовой прокладкой «СФ». Фильтрат в количестве 5 мл непосредственно фильтровался в эрленмейровскую колбочку, содержащую 50 мл МПБ. Все опыты выдерживались в термостате при 30° в течение 2—3 месяцев.

В одном из этих опытов через 10 суток было обнаружено образование на поверхности бульона очень тонкой, легко разрывающейся, зернистой, всползающей на стенки колбы пленки. Микроскопия ее обнаружила мелкие кокки и палочки. При посеве культуры на чашки с МПА вырастают очень мелкие (0,1—0,5 мм в диаметре) круглые колонии.

В качестве контроля нами ставились опыты с фильтрацией стерильной водопроводной воды. Для этого в колбочку с 50 мл МПБ фильтровалось 5 мл стерильной воды. Контрольные опыты также выдерживались в термостате при 30° в течение 2—3 месяцев. Всего таких опытов было поставлено 22. Данные о числе проведенных опытов и контролей, а также о числе положительных результатов приведены в таблице. Только в одном случае имелось развитие на третьи сутки обычной кокковой культуры, давшей сильную муть в МПБ и обильный рост при высеве на

МПА. Мы рассматриваем рост этой культуры как результат случайного загрязнения среды в одном из контрольных опытов.

Таблица

Результаты фильтрации воды, через которую продувался воздух, и водной взвеси пыли

Подвергались фильтрации	Число опытов	Число положительных опытов	Время появления роста в днях	Характер выросших культур
Водная взвесь пыли . .	17	1	10	Полиморфные элементы. Плохой рост на средах
Воздух	12	2	4	Полиморфные элементы. Очень мелкий кокк. Плохой рост на средах
Стерильная вода	22	1	3	Крупный кокк. Хорошо растет на обычных средах.

Таким образом, при фильтрации микрофлоры воздуха и пыли были получены культуры, резко отличающиеся от обычной воздушной микрофлоры. Одна из этих культур состояла из мелких палочек и кокков раз-

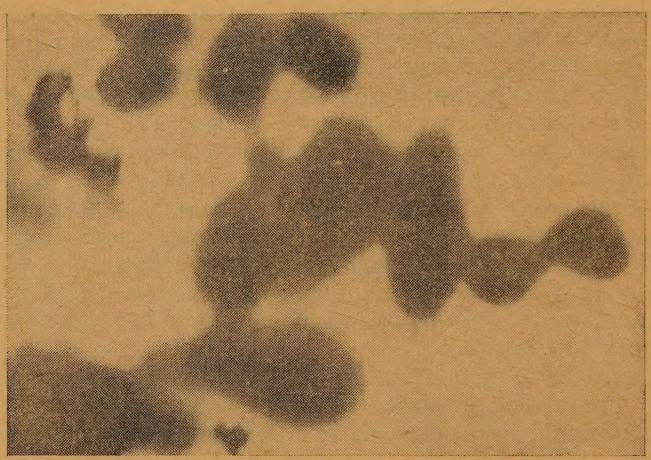

Рис. 1. Четырехдневная культура на МПА, полученная при фильтрации взвеси пыли. Электрономикроскопический снимок. Ув. 24 000 ×

личной величины (0,1—0,4 × 0,2 — 1,0 μ). Представление об ее морфологии дает рис. 1, на котором изображен электрономикроскопический снимок. По своему внешнему виду эта культура напоминает культуры, вырастающие в чашках при посеве бактериальных фильтратов совместно с «кормилками». На рис. 2 воспроизведен снимок одной из таких культур, полученных при посеве фильтрата Bact. coli вместе с Sarcina aurantiaca в качестве «кормилки» на чашки с МПА. Сравнивая эти снимки, нельзя не признать большого сходства в морфологии этих двух культур. Далее была проведена фильтрация чистых культур, полученных при фильтрации воды, через которую продувался воздух, и при фильтрации водной взвеси пыли. Для этих опытов применялись культуры в возрасте от 2 до 30 дней, выросших на МПБ. Методика фильтрации та же, что и в предыдущих опытах. Всего было поставлено 8 опытов. Кроме этого,

была проведена еще фильтрация через свечи Шамберлена L_3 культуры, выделеннной из пыли. Опыты ставились следующим образом. Бралась 2—5-суточная культура на МПБ в пробирке в количестве 5 мл и перед фильтрацией разбавлялась 1 : 1 МПБ. Весь фильтрат в количестве 10 мл фильтровался в колбочку-приемник с 50 мл МПБ. Таких опытов было поставлено 9. В этих опытах, как при фильтрации через фильтр Зейтца,

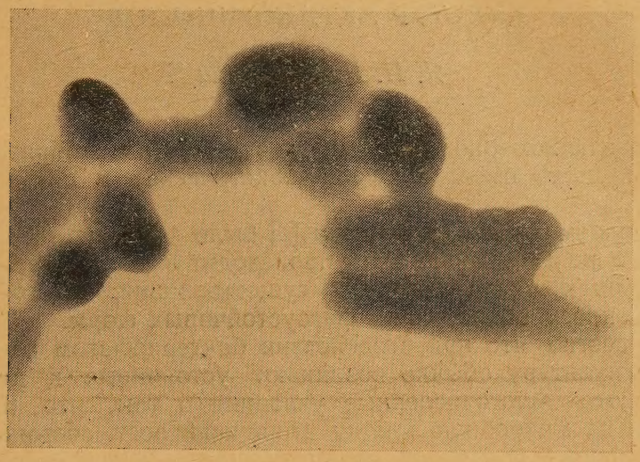

Рис. 2. Четырехдневная культура на МПА, полученная при фильтрации Bact. coli. Электрономикроскопический снимок. Ув. 24 000 ×

так и свечу Шамберлена L_3, результаты были отрицательными. Во всех 17 опытах нигде не было получено вторичного роста.

Таким образом, нами доказано присутствие в пыли и в воздухе микробных форм, проходящих через бактериальные фильтры. Природа этих форм остается неясной. Можно высказать два предположения. Полученнные культуры представляют собой фильтрующиеся формы бактерий, находящиеся в воздухе, которые на средах не регенерируют до исходной формы. Возможно, что нам еще не известны условия, необходимые для их превращения в обычные культуры. Далее можно предположить, что через фильтр проходят не фильтрующиеся формы бактерий, а представители своеобразной, мало изученной группы микробов, резко отличающиеся по ряду признаков от известных бактерий. В пользу каждой из этих точек зрения можно было бы привести аргументы, но как в том, так и в другом случае описанные факты представляют интерес.

В заключение приношу глубокую благодарность за указания в работе проф. А. А. Имшенецкому.

Выводы

1. При фильтрации воды, через которую продувался воздух, а также водной взвеси пыли получены культуры, состоящие из мелких, полиморфных элементов, плохо растущие на питательных средах.
2. Фильтрация полученных культур дала отрицательные результаты.
3. Выделенные культуры представляют собой фильтрующиеся формы бактерий или относятся к особой, мало изученной группе микроорганизмов.

Институт микробиологии
Академии наук СССР
Москва

Получено 16. XII. 1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

Солнцева Л. И. К методике изучения фильтрующихся форм бактерии. Микробиология, XXII, 151, 1953.

О НАПРАВЛЕННОМ ПОЛУЧЕНИИ ФАГОУСТОЙЧИВЫХ КУЛЬТУР АКТИНОМИЦЕТОВ

Я. И. Раутенштейн

Вопрос о закономерностях изменчивости фагов и образования фагоустойчивых культур имеет большое теоретическое и практическое значение.

В предыдущем нашем сообщении [6] было показано, что образование актинофагов с новыми свойствами происходит в результате прямого приспособления их к новым условиям существования. Настоящая работа посвящена вопросу образования фагоустойчивых форм.

Давно известно, что при воздействии бактериофагом на чувствительную к нему культуру обычно возникают устойчивые к данному фагу формы. Имеются многочисленные указания о том, что при действии одних фагов на микробную клетку вторичный рост, состоящий из фагоустойчивых форм, возникает очень быстро — через несколько часов выращивания чувствительной культуры с соответствующим фагом. Под влиянием других фагов устойчивые формы возникают с трудом. Имеются отдельные указания (Байль, Bail [9]; Матсумото, Matsumoto [22]; Лаубари и Худ, Lawbury a. Hood [21]) о том, что у некоторых групп микробов при воздействии на них определенными бактериофагами вовсе не наблюдалось образования вторичного роста из фагоустойчивых форм.

До сих пор спорным остается вопрос о том, как возникают устойчивые к фагу формы.

Гедли и другие сторонники теории циклогении рассматривают бактериофаг наряду с S-, R- и другими формами как стадию в цикле развития данного микроорганизма. Фагоустойчивая культура, по мнению Гедли (Hadley [16, 17]), всегда представляет видоизмененную циклостадию чувствительной культуры. Появление фагоустойчивых культур этот автор рассматривает как результат того, что бактериофаг принуждает бактериальную клетку переходить от чувствительной S-формы в устойчивую R-форму.

Однако дальнейшие многочисленные исследования со всей очевидностью показали несостоятельность и необоснованность точки зрения циклогенистов. Оказалось, что под влиянием одних фагов появляются устойчивые R-формы, а других — S-формы. Имеются фаги, лизирующие как S-, так и R-формы данного вида. Под влиянием таких фагов могут возникнуть устойчивые формы обоих типов.

Одни фаги способны вызывать резкие изменения морфологических, культуральных, биохимических и вирулентных свойств микроорганизмов. Другие фаги таких глубоких изменений не вызывают.

Так, Крисс, Диденко и Стрельцова [2] наблюдали образование фагоустойчивых форм у дизентерийных бактерий, не отличающихся от исходных фагочувствительных культур ни по форме колоний, ни по биохимическим свойствам.

Аналогичные данные получены и другими авторами с разными культурами микробов.

Непомящая, Медвинская и Тевилевич [3] изучали свойства вторичных фагоустойчивых культур молочнокислых стрептококков, полученных в результате воздействия фагами двух разных типов. Одни фагоустой-

чивые культуры были резко отличны от исходных, у других эти изменения были выражены менее резко; имелись культуры вполне идентичные с исходными.

Д'Эрелль (D'Herelle [18]) рассматривал фагоустойчивость как иммунитет бактерий против бактериофага, возникший под непосредственным влиянием данного фага.

Значительная часть зарубежных исследователей — Лурия и Дельбрюк (Luria a. Delbrück [20]); Бернет (Burnet [11]); Демерец и Фано (Demerec a. Fano [13]); Байль (Bail [9]) и многие другие трактуют возникновение фагоустойчивых форм с позиций вейсмано-морган овской мутационной теории. По их мнению, образование фагоустойчивых форм происходит независимо от действия фага в результате случайных мутаций.

Роль фага указанные авторы рассматривают лишь как чисто селекционирующую: фаг устраняет чувствительные клетки культуры, а за счет предсуществовавших в данной культуре фагоустойчивых клеток возникает фагоустойчивый вторичный рост.

Для обоснования своей точки зрения некоторые сторонники морган овской генетики прибегают к статистическому методу (Дельбрюк [12] и др.). Однако статистический анализ количества образовавшихся фагоустойчивых культур дает другим авторам — Фриман (Freeman [14]) и Громан (Groman [15]) — основание считать, что фагоустойчивые формы возникают из фагочувствительных под влиянием фага.

Из работ Блейра (Blair [10]), Витгефта [1]) и других известно, что под влиянием специфического фага у вирулентных форм дифтерийной палочки возникают авирулентные формы.

Фриману (Freeman [14]) удалось воздействием специфического бактериофага получить из фагочувствительных авирулентных культур дифтерийной палочки фагоустойчивые вирулентные штаммы. При выращивании с другими бактериофагами, к которым авирулентные культуры не были чувствительны, вирулентные формы не образовались. Автор провел анализ отдельных изолированных колоний исходной авирулентной культуры и показал, что она на 100% состоит из авирулентных форм. Следовательно, до воздействия фага исходная культура не содержала в себе вирулентных форм.

В то же время после воздействия бактериофагом 80% выделенных из фаголизатов культур оказались вирулентными. На основании полученных им данных автор, по нашему мнению, вполне обоснованно в своих выводах исключает возможность спонтанного образования вирулентных форм и селекцию их под влиянием фага.

Несомненный интерес представляют также исследования Громана (Groman [15]). Автор подтвердил данные, полученные Фриманом и другими, о возникновении под влиянием специфичного фага из авирулентных фагочувствительных форм дифтерийной палочки фагоустойчивых вирулентных форм. В результате анализа количества образовавшихся вирулентных форм и времени их появления автор приходит к выводу, что превращение под воздействием фага фагочувствительных авирулентных форм дифтерийных палочек в фагоустойчивые вирулентные происходит не в результате спонтанных мутаций и селекционирующей роли фага, а в результате прямого воздействия фага на чувствительную к нему микробную клетку. Автор считает, что под влиянием фага изменяется обмен веществ и в результате этого клетка дифтерийной палочки получает способность продуцировать токсины. Щербина [7], Эндерсон и Феликс (Andersen a. Felix [8]) и другие показали, что при помощи бактериофагов можно из фагочувствительных брюшнотифозных культур получить фагоустойчивые варианты, содержащие Vi-антиген. Оказалось, что Vi-специфичность можно вызывать воздействием только определенных фагов.

Приведенные данные говорят о том, что типы образуемых фагоустой-

чивых культур возникают не случайно и зависят в первую очередь от свойств лизирующего фага.

В данной работе мы поставили себе целью выяснить закономерности образования фагоустойчивых форм у актиномицетов.

Экспериментальная часть

В опытах по направленному получению фагоустойчивых культур нами были использованы актиномицеты разных видов: Act. griseus, Act globisporus, Act coelicolor и другие и специфические к ним актинофаги.

Наблюдения за лизисом актиномицетов под влиянием актинофагов на агаризованной среде показывают, что этот процесс у разных актиномицетов и разных актинофагов протекает по-разному.

Если на поверхность свежеприготовленного газона фагочувствительной культуры актиномицета в чашке Петри нанести специфический актинофаг, то наблюдается следующая картина. На первых порах развитие актиномицета идет как обычно, иногда даже на местах нанесения актинофага отмечается некоторое стимулирование роста. Вся поверхность чашки покрывается ростом субстратного мицелия нормального вида. Затем через определенный для каждой культуры и актинофага период времени начинается лизис культуры на месте нанесения актинофага, приводящий у многих актинофагов (но не у всех) к полному исчезновению выросшего мицелия.

Далее, в зависимости от свойства актинофага, культуры и среды, на лизированных участках наблюдается одна из следующих картин:

1) быстрое образование вторичного роста в виде отдельных колоний (рис. 1, 2, 3);

2) полное отсутствие появления вторичного роста (рис. 4) или образование единичных колоний на 4—7-й день и более поздние сроки;

3) постепенное зарастание всего лизированного участка мицелием (рис. 5).

Для направленного получения фагоустойчивых культур исходная фагочувствительная культура выращивалась совместно с лизирующим ее актинофагом на средах, благоприятных для проявления фаголизиса, и из вторичного роста выделялись культуры, устойчивые к данному актинофагу.

Из многих литературных данных по изучению фагоустойчивости у бактерий известно, что не всякий вторичный рост является фагоустойчивым. Это же наблюдалось нами и в опытах с некоторыми актинофагами.

Для того чтобы противостоять действию фага у разных микроорганизмов, выработались в процессе эволюции разные механизмы. Одни микроорганизмы приобрели способность выделять в среду определенные вещества — ингибиторы фага, что дает возможность части клеток образовывать вторичный рост, оставаясь чувствительными к фагу.

Другие под влиянием фага видоизменяются и становятся наследственно устойчивыми к данному фагу. В нашей работе вопрос идет именно о такой форме фагоустойчивости.

Устойчивыми к определенному актинофагу или актинофагам мы считали культуры, выделенные из вторичного роста, которые при выращивании с данными фагами на твердых и жидких средах, благоприятных для фаголизиса, образовывали нормальный рост и не давали никаких заметных признаков лизиса.

Наиболее детально нами было изучено образование фагоустойчивых форм у ряда культур Act. globisporus. В нашем распоряжении имелось три типа актинофагов, способных лизировать культуры этого вида актиномицета. Особенности этих актинофагов более подробно описаны нами ранее [6]. Ниже приводятся краткие данные о свойствах примененных в опытах актинофагов культуры Act. globisporus только по отношению

к одной типичной культуре — культуре Б, так как с другими, идентичными этой культуре штаммами получены одинаковые результаты.

Актинофаг I типа культуры Act. globisporus обладает способностью лизировать исходную культуру Б.

Актинофаг II типа культуры Act. globisporus получен экспериментально из актинофага I типа и обладает способностью лизировать как исходную культуру Б, так и культуру Б/I, устойчивую к актинофагу I типа.

Актинофаг III типа получен экспериментально из актинофага II типа и обладает способностью лизировать исходную культуру Б, культуру Б/I, устойчивую к актинофагу I типа, и культуру Б/I, II, устойчивую к актинофагам I и II типов.

В табл. 1 приводятся данные о специфичности образования фагоустойчивых вариантов у штамма Б культуры Act. globisporus при воздействии на него актинофагами трех указанных типов.

Таблица 1

Специфичность образования фагоустойчивых культур

№ культуры	Происхождение культуры	Чувствительность к актинофагам		
		I типа	II типа	III типа
Б	Исходная	+	+	+
Б/I	Получена от Б воздействием актинофагом I типа	—	+	+
Б/I, II	Получена от Б воздействием актинофагами I и II типов	—	—	+
Б/I, II, III	Получена от Б воздействием актинофагами I, II и III типов	—	—	—
Б/II, III	Получена от Б воздействием актинофагами II и III типов	+	—	—
Б/I, III	Получена от Б воздействием актинофагами I и III типов	—	+	—
Б/II	Получена от Б воздействием актинофагами II типа	+	—	+
Б/III	Получена от Б воздействием актинофагом III типа	+	+	—

Примечание. + обозначает чувствительность, — устойчивость к данному типу актинофага.

Наши многочисленные опыты с другими культурами актиномицетов также показали исключительную специфичность образования фагоустойчивых культур. Как правило, культура актиномицета становится устойчивой к тому актинофагу (или актинофагам), воздействию которого она была подвергнута. В то же время наши опыты показали, что в отдельных случаях удается при выращивании актиномицета с одним актинофагом получать формы, устойчивые не только к данному фагу, но и к другому фагу, но не к любому, а только к близкородственному, т. е. с которым этот фаг генетически близко связан.

Так, выращиванием культуры Act. globisporus Б с актинофагом I типа можно получить культуры, устойчивые только к фагу этого типа, но не к актинофагам I и II типов.

При выращивании этой же культуры актиномицета с актинофагом II типа получаются культуры, устойчивые к этому актинофагу, но чувствительные к фагам I и III типов. Однако в отдельных случаях при выращивании актиномицета Б с фагом II типа получаются варианты, устойчивые также к актинофагу I типа, от которого актинофаг II типа был получен. Но при этом никогда не возникают формы, устойчивые к актинофагам III типа.

При выращивании Act. globisporus Б с актинофагом III типа получаются варианты, устойчивые к этому фагу, но чувствительные к актинофагам Act. globisporus I и II типов. Часто в этих условиях опыта, т. е. при воздействии актинофагом III типа на культуру Б, возникают варианты, устойчивые также к актинофагу II типа, от которого актинофаг III типа получен, и очень редко варианты, устойчивые к актинофагам I, II и III типов.

Лурия [19] указывает, что штаммы микробов, устойчивые к фагу-варианту, также устойчивы к исходному фагу, от которого фаг-вариант произошел. Полученные нами результаты говорят о том, что это не всегда имеет место.

Данные наших опытов показывают, что при воздействии на культуру актиномицета, чувствительную к нескольким актинофагам, одним из них обычно возникают варианты, устойчивые только к этому фагу, но чувствительные к остальным. Иными словами, микробная клетка видоизменяется весьма специфично, т. е. соответственно воздействию. Только в отдельных случаях возникают варианты, устойчивые также к близкородственному фагу, т. е. к фагу, от которого последний получен.

В нашем распоряжении имелись актинофаги, обладающие способностью лизировать не только актиномицеты вида Act. globisporus, но и культуры других видов, т. е. поливалентные актинофаги. Полученные под воздействием актинофагов всех трех типов фагоустойчивые культуры Act. globisporus всегда оставались чувствительными к испытанным нами поливалентным актинофагам. Эти данные, с одной стороны, подтверждают специфичность в образовании фагоустойчивых культур. С другой стороны, они дают основание утверждать наличие определенного близкого родства между двумя фагами, когда воздействием одного из них возникают варианты микробов, устойчивые также и против другого.

Данные табл. 1 наглядно показывают, что, пользуясь способностью микробной клетки видоизменяться точно соответственно условиям воздействия, можно получать по признаку фагоустойчивости направленно любую желательную нам форму актиномицета.

Наши многолетние наблюдения показали, что приобретенная под воздействием актинофага устойчивость к данному актинофагу является свойством, стойко передающимся по наследству в дальнейших многочисленних генерациях на средах без актинофага.

Встает вопрос о том, образовалась ли фагоустойчивая культура вновь из фагочувствительной культуры в результате воздействия на последнюю актинофагом или же фагоустойчивые клетки уже имелись, т. е. предсуществовали в чувствительной культуре, а актинофаг, лизировав чувствительные клетки, играл лишь селекционирующую роль.

Уже одна исключительная специфичность в образовании фагоустойчивых форм говорит против случайности их образования и в пользу того, что фагоустойчивые формы образовались в результате воздействия актинофага на чувствительную клетку.

Однако еще более убедительным доказательством того, что фагоустойчивые формы возникают под воздействием фага, могут служить данные о сроках появления вторичного роста фагоустойчивых культур после воздействия актинофага.

Как нами было ранее показано [6], образование вторичного роста в первую очередь зависит от свойств актинофага. Большое значение при этом имеют также свойства культуры и состав среды.

Нами было проверено влияние среды на скорость появления вторичного роста. Были испытаны три среды: картофельный агар, агаризованная среда из мясного порошка и пептонно-кукурузная среда [1].

---

[1] Состав пептонно-кукурузной среды: глюкоза — 10,0 г; NaCl — 5,0 г; $CaCl_2$ — 0,5 г; пептон — 0,5 г; кукурузный экстракт — 5,0 г; вода водопроводная — 1000 мл; агар-агар — 20,0 г; pH среды 7,0.

Рис. 1. Газон культуры Act. globisporus Б через 24 часа после нанесения актинофага I типа. Полный лизис мицелия. Вторичного роста еще нет

Рис. 2. Та же чашка с культурой Б и актинофагом I типа через 48 часов после нанесения актинофага. Появилось много колоний вторичнаго роста

Рис. 3. Та же чашка через 72 часа после нанесения актинофага

Рис. 4. Газон культуры Act. globisporus Б, на которую нанесен актинофаг II типа. 12-й день выращивания. Вторичнаго роста нет

Рис. 5. Газон культуры Act. globisporus Б I, II, на которую нанесен актинофаг III типа, через 72 часа после нанесения актинофага. Лизированный участок газона покрылся вновь выросшим мицелием

Из указанных сред наиболее благоприятными для проявления литического действия актинофагов являются пептонно-кукурузная и среда из мясного порошка.

В табл. 2 приведены результаты этих опытов.

Таблица 2

Влияние типа актинофага и состава среды на время появления вторичного роста

Среда	№ культуры и ее свойства	Время появления вторичного роста после лизиса актиномицета актинофагом		
		I типа	II типа	III типа
Картофельный агар	Б — чувствительна к актинофагами I, II и III типов	Через 10 час., всегда обильный	Через 96 час. и позднее, не всегда	Через 96 час. и позднее, не всегда
	Б/I устойчива к актинофагу I типа, чувствительна к фагам II и III типов	Не лизирует	Так же	Так же
Агаризованная среда из мясного порошка	Б	Через 18 час., всегда обильный	Так же	Через 120 час. и позднее, не всегда
	Б/I	Не лизирует	Так же	Так же
Пептонно-кукурузный агар	Б	Через 18 час., всегда обильный	Через 120 час. и позднее, не всегда	Так же
	Б/I	Не лизирует	Так же	Так же

Из данных табл. 2 видно, что культура Act. globisporus Б при воздействии на нее актинофагом I типа весьма быстро образует обильный вторичный рост фагоустойчивой культуры. При воздействии на эту же культуру актинофагом II типа вторичный рост образуется не всегда, а если и образуется, то в небольшом количестве. Указанные свойства фага каждого типа весьма стойкие и могут служить важным признаком при определении типов актинофагов.

Из данных табл. 2 также видно, что на среде, более благоприятной для проявления литического действия актинофага, вторичные колонии появляются в сравнительно более поздние сроки, чем на менее благоприятной среде (картофельный агар). Как будет дальше показано (табл. 3), среда оказывает определенное влияние и на количество колоний вторичного роста.

Эти особенности образования вторичного роста в зависимости от типа фага и состава среды должны учитываться в исследованиях по выяснению закономерностей образования фагоустойчивых форм.

Если на свежеприготовленный газон актиномицета Б на среде, благоприятной для проявления фаголизиса, нанести актинофаг II типа, то не позднее чем через 24 часа на местах нанесения фага наблюдается полный лизис культуры (рис. 4).

При воздействии данным актинофагом колонии вторичного роста на лизированных участках газона могут вовсе не появляться. В отдельных случаях появляются единичные колонии вторичного роста, состоящего обычно из фагоустойчивых вариантов.

Однако появляются они не ранее чем на четвертый день после полного лизиса культуры, а чаще они появляются в еще более поздние сроки.

Если бы в исходной фагоустойчивой культуре актиномицета уже имелись отдельные клетки, которые стали в результате случайных мутаций, как это полагают сторонники морганов ской генетики, устойчивыми к фагу, то они должны были бы прорасти значительно раньше и дать вторичный рост. То обстоятельство, что фагоустойчивые культуры в опытах с актинофагом II типа Act. globisporus появляются часто через довольно продолжительный срок после лизиса культуры, говорит о том, что они не предсуществовали в популяции, а возникли под влиянием актинофага и что, для того чтобы микроорганизм сумел перестроиться и стать фагоустойчивым, потребовалось определенное время.

Вторичный рост, возникающий при воздействии актинофага II типа, часто состоит из культур, ослабленных по своим культуральным и биохимическим свойствам. Это говорит о том, что микробной клетке приходится выдержать определенную борьбу с актинофагом раньше, чем она приобретет способность противостоять ему.

Сами сторонники мутационной теории видят недостаточность ее для объяснения тех случаев, когда фагоустойчивые формы возникают через несколько дней после лизиса культуры. Они (Луриа и Дельбрюк [20] и др.) вынуждены признать, что в этих случаях механизм образования фагоустойчивых форм более сложен.

Однако они не дают ответа на вопрос, в чем же заключается этот более сложный механизм.

Следует отметить, что детальный анализ образования вторичного роста при воздействии актинофагом I типа, когда вторичный рост образуется скоро и в большом количестве, также говорит о несостоятельности мутационной теории. Соответствующие опыты ставились нами по следующей методике. Применялись три среды: картофельный агар, агаризованная среда из мясного порошка и пептонно-кукурузный агар.

На поверхности указанных сред в чашках Петри готовились газоны из культуры Act. globisporus Б путем нанесения на всех примененных средах одинакового количества спор актиномицета. Затем на поверхность таким путем свежеприготовленных газонов наносилось одинаковое количество актинофага I типа, который равномерно распределялся шпателем по всей поверхности газона. Через 48 и каждые последующие 24 часа производился подсчет выросших колоний вторичного роста.

В табл. 3 приведены результаты одного такого опыта.

Таблица 3

Количество колоний вторичного роста при воздействии актинофагом I типа на культуру Б

Среда	Количество колоний вторичного роста через 48 час.	Выросло дополнительно колоний через			
		72 час.	96 час.	120 час.	144 час.
Картофельный агар	509	35	6	0	0
Агаризованная среда из мясного порошка	328	24	2	0	0
Пептонно-кукурузный агар . . .	442	8	4	0	0

Примечание. Количество колоний, приведенное во всех графах, представляет собой сумму колоний, выросших на трех чашках каждой среды.

Обычно при нанесении актинофага I типа на свежеприготовленный газон чувствительной к нему культуры через 24 часа мицелий актино-

мицета на месте нанесения фага полностью лизируется (рис. 1). Колонии вторичного роста в большом количестве становятся явно видными через 48 часов (рис. 2).

Из данных табл. 3 видно, что значительное количество колоний вторичного фагоустойчивого роста появляется через 72 часа, а некоторая часть и через 96 часов после нанесения актинофага, т. е. не ранее чем через 48 и 72 часа после лизиса мицелия. Это говорит о том, что эти фагоустойчивые культуры образовались в результате воздействия фага, а не предсуществовали в популяции. На средах, более благоприятных для проявления литических свойств актинофага Act. globisporus, количество колоний вторичного роста значительно меньше, чем на среде, менее благоприятной (картофельный агар). Это является результатом того, что на среде, более благоприятной для проявления литических свойств актинофага, меньшее количество клеток актиномицета становится способным изменять свою природу.

Мы еще очень мало знаем о механизме, благодаря которому клетка микроорганизма становится устойчивой против литического действия фага.

Проведенные наблюдения за процессом фаголизиса актиномицетов в обычном микроскопе (Пешков, Раутенштейн, Сорокина, Чередниченко и Шаркова [4]), а также при помощи электронного микроскопа (Раутенштейн, Тихоненко, Бирюзова и Золковер [5]) показали, что образование фагоустойчивых культур идет за счет качественно измененных под влиянием актинофага отдельных участков мицелия актиномицета, из которых впоследствии возникает вторичный рост фагоустойчивой культуры.

Разные фаги отличаются между собой по своей вирулентности. Поэтому культура, чувствительная к нескольким фагам разной вирулентности, будет реагировать на воздействие этих фагов в зависимости от их вирулентности. Актинофаг I типа Act. globisporus менее вирулентен, чем II типа. При воздействии актинофага I типа на культуру Act. globisporus Б последней сравнительно легко быстро удается перестроиться и стать фагоустойчивой. Показателем этого является быстрое и обильное образование вторичного фагоустойчивого роста. Этой же культуре значительно труднее удается противостоять более вирулентному фагу II типа. Только незначительной части клеток удается выработать фагоустойчивость. Образующиеся отдельные фагоустойчивые участки мицелия часто бывают ослабленными и прорастают поэтому в более поздние сроки.

Выводы

1. Процесс образования фагоустойчивых культур сугубо специфичен. Культура обычно становится устойчивой к тому фагу или фагам, воздействию которых она была подвергнута.

2. Культура актиномицета, чувствительная к нескольким актинофагам, при воздействии одним из них может в отдельных случаях стать также устойчивой и к близкородственному актинофагу, т. е. к тому актинофагу, от которого произошел воздействующий фаг.

Это явление может служить дополнительным доказательством близкого родства между этими фагами.

3. Фагоустойчивая культура представляет собой новую форму, возникшую из фагочувствительной, изменившейся под влиянием фага при совместном выращивании с ним, т. е. изменившейся соответственно условиям существования.

4. Приобретенная под воздействием актинофага (актинофагов) устойчивость к данному фагу (фагам) является свойством, стойко передающимся многочисленным последующим генерациям при выращивании на средах без актинофага.

5. Пользуясь способностью микробной клетки видоизменяться соответственно условиям воздействия, можно из культуры, чувствительной к

нескольким фагам, направленно получить по признаку фагоустойчивости любую желательную нам форму.

6. Полученные данные об образовании фагоустойчивых культур у актиномицетов говорят о полной несостоятельности концепций вейсманизма-морганизма для объяснения этого явления.

Институт микробиологии
Академии наук СССР
Москва

Получено 20.IX.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Витгефт А. И. Изменчивость возбудителя дифтерии под воздействием специфического бактериофага. Тр. конференции институтов эпид. и микробиологии по проблеме изменчивости микробов, стр. 164, Горький, 1949.
2. Крисс А. Е., Диденко С. М. и Стрельцова Е. А. О природе бактериофага. Литическая активность бактериофага как показатель состояния фагового корпускула. Микробиология, XVII, 233, 1948.
3. Непомящая М. Л., Медвинская Л. Ю. и Тевилевич М. Б. Вторичные фагорезистентные культуры Str. lactis. Мікробіологічный журнал, VI, 65, 1953.
4. Пешков М. А., Раутенштейн Я. И., Сорокина М. И., Чередниченко А. Ф. и Шаркова А. С. Цитологические изменения мицелия при лизисе его под влиянием актинофага. Микробиология, XXI, 665, 1952.
5. Раутенштейн Я. И., Тихоненко А. С., Бирюзова В. И. и Золковер А. М. Наблюдения за лизисом актиномицета под влиянием актинофага при помощи электронного микроскопа. Микробиология, XXII, 11, 1953.
6. Раутенштейн Я. И. О направленной изменчивости актинофагов. Микробиология, XXIII, вып. 2, 140, 1954.
7. Щербина Н. Г. Получение варианта брюшнотифозной культуры с повышенным содержанием Vi-антигена с помощью бактериофага. Журн. микроб. эпидем. и иммуноб., № 12, 30, 1943.
8. Anderson E. S. a. Felix A. The type-determining phages carried by Salmonella typhi. J. Gen. Microb., 9, 65, 1953.
9. Bail O. Versuche über die Vielheit von Bakteriophagen. Immunitätsfor. u. Exp. Therapie. Orig., 38, 57, 1923.
10. Blair J. E. A lytic principle (bacteriophage) for Corynebacterium diphtheriae. J. Inf. Dis., 35, 401, 1924.
11. Burnet F. M. Further observation on the nature of bacterial resistance to bacteriophage. J. Pathology a. Bact.. 32, No. 3, 1929.
12. Delbrück M. Bacterial virusses or bacteriophages. Bact. Rev., 21, 30, 1946.
13. Demerec M. a. Fano U. Bacteriophage resistant mutants in E. coli. Genetics, 30, 119, 1945.
14. Freeman V. J. Studies on the virulence of Bacteriophageinfected strains of Corynebacterium Diphtheriae. J. Bact., 61, No. 6, 675, 1951.
15. Groman N. B. The relation of Bacteriophage to the change of Corynebacterium Diphtheriae from avirulance to virulance.
16. Hadley P. Microbic Dissociation. J. Inf. Dis., 40, 1, 1927.
17. Hadley P. The Twort—D'Herelle phenomenon. J. Inf. Dis., 42, 213, 1928.
18. D'Herelle F. The Bacteriophage and its behavior. Baltimore, 1926.
19. Luria S. E. Genetics of bacterium-bacterial viruses relationship. Ann. Mis. Bot. garden, 32, 235, 1945.
20. Luria S. E.a. Delbrück M. Mutations of bacteria from virus sensitivity to virus resistance. Genetics, 28. 491, 1943.
21. Lawbury E. J. K. a. Hood A. M. The acquired resistance of staphylococcus aureus to Bacteriophage. J. Gen. physiol., 9, 524, 1953.
22. Matsomoto T. Versuche über die Vermehrung von Bacteriophagen. Ztbl. Orig., 91, 413, 1924.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КУЛЬТУР PROTEUS

Е. Н. Иванова

Со времени первого описания протея Хаузером (Hauser [13]) было предложено несколько классификаций этих микробов, в основу которых были положены различные признаки.

Хаузер разделил Bact. proteus на три группы, основываясь на отношении отдельных штаммов к желатине и молоку: Bact. proteus vulgare разжижает желатину, свертывает и пептонизирует молоко; Bact. proteus zenkeri этими свойствами не обладает; Bact. proteus mirabile занимает промежуточное положение,— он слабо разжижает желатину и действует на молоко в меньшей степени, чем Bact. proteus vulgare. Bact. proteus zenkeri, микроб, красящийся положительно по Граму, резко отличается от Bact. proteus vulgare и в настоящее время к роду Proteus не причисляется.

Шеффер (Schaeffer [14]) делил культуры Proteus по способности разжижать желатину и свернутую лошадиную сыворотку на:

1) штаммы, разжижающие обе эти среды;
2) » » только свернутую лошадиную сыворотку;
3) » не разжижающие эти среды.

Некоторые авторы предлагают дифференцировать штаммы протея на основании способности образования индола (Пекшева [6] и др.). Попытки ряда авторов классифицировать Proteus, главным образом на основании изучения случайно взятых биохимических свойств этого микроба, едва ли кого-нибудь удовлетворяют.

Примером может служить общепринятая классификация американского общества бактериологов, представленная в определителе микробов Бердже (разных изданий). В течение последних лет она не раз подвергалась изменениям. Так, в 1936 г. Бердже предложил делить род Proteus Hauser на 13 видов, из которых некоторые настолько отличны от типового вида Proteus vulgare, что трудно себе представить, какие соображения заставили составителей определителя бактерий объединить их в одном роде.

Например:

1. Proteus asiaticus — неподвижная палочка, не разжижающая желатину, разлагающая маннит с образованием кислоты и газа.

2. Proteus sphingidis — короткая палочка с одним полярно расположенным жгутиком, образует кислоту без газа из мальтозы, ксилозы, маннита и лактозы.

В издании 1948 г. в определителе Берджс [11] для рода Proteus сохранено всего 4 вида, которые перечислены в табл. 1.

Мы видим, что в этой таблице в род протея включена Bact. rettgeri. Это неподвижная палочка, не образующая сероводорода и разлагающая маннит. Она была выделена Ретгером (Rettger) в 1904 г. во время холероподобной эпидемии среди домашних птиц.

В первом издании определителя микробов Бердже (1923) эта палочка была отнесена к роду Eberthella, а в четвертом издании (1934) — к роду Schigella.

Proteus morgani — палочку Моргана — наши русские исследователи

Таблица 1

Подразделение микробов Proteus по Бердже (1948)

Название микробов	Подвижность	Образование H_2S	Образование индола	Разжижение желатины	Лакмус. молоко	Сбраживание: лактозы	глюкозы	маннита	мальтозы	сахарозы	галактозы	декстрина	фруктозы
Proteus vulgare	+	+	+	+	К-та, щелочь, пептониз.	—	кг	—	кг	кг	кг	—	кг
Proteus mirabile	+	+	—	+	К-та, щелочь, пептониз.	—	кг	—	—	кг	кг	—	кг
Proteus morgani	+	—	+	—	Нейтрализ. или подщелачив.	—	кг	—	—	—	кг	—	кг
Proteus rettgeri	—	—	+	—	Подщелачивание в течение 8 дн.	—	к г—(+)	к г—(+)	—	к сл.	к г—(+)	—	к г—(+)

Примечание: к — кислота; г — газ.

(Хабаровская [8], Тарасова [7], Чистович [10] и др.) рассматривают на основании проведенных ими работ, как самостоятельную форму в системе бактерий, не стоящую в родстве с протеем.

Мы в нашей работе придерживались также этой точки зрения и исключили из нашей коллекции протейных штаммов культуры палочек Моргана.

Ряд авторов — Стюарт и Рустижиан (Stuart u. Rustigian [15]), а среди русских исследователей — Мар [4] отмечали способность протея разлагать мочевину с образованием аммиака.

В лаборатории Института питания АМН СССР реакция на уреазу в буферной дрожжевой среде проверена на большом материале и признана надежным методом при определении принадлежности исследуемой культуры к роду Proteus [1]. При засеве этой среды суточной агаровой культурой протея наблюдается изменение реакции среды через сутки с pH = 6,8 до pH = 9 и выше [1].

Палочка Моргана лишь через двое суток изменяет эту среду до pH = 8,9—9,0. Сальмонеллы, кишечная палочка и близкие к ней микробы совсем не изменяют ее.

Остановимся на Proteus mirabile. По Бердже, от основного типа (Proteus vulgare) он отличается главным образом отсутствием способности образовывать индол и сбраживать мальтозу.

Однако вызывает сомнение обоснованность подразделения культур протея на виды на основании таких признаков, как образование индола, разложение мальтозы и сахарозы, разжижение желатины.

Практика показала, что при бактериологическом обследовании вспышек пищевых отравлений выделяется из пищевых продуктов и из материалов от заболевших только один основной вид протея Proteus vulgare, отдельные штаммы которого, отличаясь полиморфностью, легко утрачивают некоторые биохимические признаки. Кроме того, они могут давать на некоторых средах так называемые О-формы, лишенные подвижности.

Отсутствие единого взгляда на систематику бактерий, принадлежащих к роду Proteus, привело к неясным представлениям: под общим

[1] Состав среды: дистиллированная вода — 380 мл, KH_2PO_4 — 3,64 г, Na_2HPO_4 — 3,8 г, мочевина (кристаллич.) — 8 г, дрожжевой экстракт (Difco) — 40 мг, 0,2%-ный фенолрот — 20 мл; pH среды = 6,8.

названием описывались различные виды бактерий, повидимому, не имеющих между собой филогенетического родства.

Этим объясняется, например, расхождение данных Мара [4] и Цейтлин [9] с данными нашей лаборатории.

Мар, Цейтлин, а также некоторые зарубежные авторы (Bergey [11], Cook [12] и др.) причисляли к Proteus такие формы бактерий, которые разлагают лактозу и маннит. У Мара таких (разлагавших маннит) штаммов среди изучавшихся им 350 культур «протея» было 57.

Красильников [3] рассматривает в своем определителе Proteus morgani, Proteus mirabile как разновидности Proteus vulgare.

При изучении коллекции штаммов, культивирующихся в течение ряда лет в лабораторных условиях, мы подробно остановились на изменениях в их биохимических свойствах, наступивших в течение трехлетнего хранения. Особое внимание было обращено на те свойства, которыми пользуются для подразделения рода Proteus на отдельные виды.

Методика, а также сроки выдержки в термостате в работе 1946—1947 и 1949 гг. не отличались друг от друга. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Изменение биохимических свойств культур Proteus vulgare при хранении в лабораторных условиях в течение 2—3 лет

Биохимические показатели	Кол-во штаммов, сохранивших свойства	Кол-во штаммов, потерявших свойства	Кол-во штаммов, приобретших свойства
Отношение к сахарозе и мальтозе	132	20	11
Разжижение желатины	130	24	9
Индолообразование . .	108	29	26

При посеве испытанных культур протея на молоко пептонизация наступала неодинаково. В 1949 г. штаммы протея пептонизировали молоко, преимущественно через более длительные сроки.

При сопоставлении данных табл. 2 об изменении биохимических свойств 163 штаммов Proteus vulgare, хранившихся в лаборатории в течение 2—3 лет, видно, что способность сбраживать сахарозу и мальтозу, способность образовать индол и разжижать желатину могут варьировать. Поэтому руководствоваться этими признаками при систематике бактерий нельзя.

Все исследованные нами штаммы разлагали глюкозу с образованием кислоты и газа и не сбраживали лактозы и маннита.

Блюменталь и Гохберг [2], Митюкевич и Коршакова [5] и другие, исследуя большое количество штаммов, отмечают совпадение способности сбраживать мальтозу со способностью сбраживать сахарозу. Это подтверждено и нашими наблюдениями. Способность образовать индол совпадает с способностью сбраживать сахарозу и мальтозу, что отмечали также Блюменталь и Гохберг [2].

При систематике культур Proteus, как и других видов микробов, следует учитывать их вариабильность, на что указывает в своем определителе Красильников (1949).

Выводы

1. Повторное изучение биохимических свойств 163 штаммов Proteus vulgare, хранившихся в лаборатории в течение двух-трех лет, показало, что многие признаки, которыми обычно пользуются при систематике этих микробов, непостоянны.

2. На основании этих данных, а также литературного материала считаем, что предлагаемое в разных определителях разделение ряда культур протея (например, Proteus mirabile) на самостоятельные виды недостаточно обосновано.

Институт питания
АМН СССР
Москва

Получено 20. VIII. 1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабусенко А. М. Изучение соматических антигенов штаммов Bact. proteus, выделенных при пищевых токсикоинфекциях. Диссертация, Центр. медиц. библ., М., 1949.
2. Блюменталь Н. Л. и Гохберг Р. Б. Биологические особенности штаммов вульгарного протея, выделенных при пищевых отравлениях. ЖМЭИ, XVI, 687, 1936.
3. Красильников Н. А. Определитель бактерий и актиномицетов. М.— Л., 1949.
4. Мар Г. И. Bact. proteus Hauseri, его биология и роль в пищевых отравлениях. Сталино, 1941. Диссертация, Центр. медиц. библ. М., 1941.
5. Митюкевич Н. А. и Коршакова А. С. Типы Proteus vulgare. Сборник трудов Башк. мед. ин-та, 1, 139, 1938.
6. Пекшева М. Н. Характеристика культур Proteus vulg., выделенных у детей при желудочных заболеваниях. Советск. здравоохр. Узбекистана, стр. 49, 1938.
7. Тарасова А. П. О взаимоотношении Bact. morgani и Bact. proteus vulgare. ЖМЭИ, 58, 1940.
8. Харабковская Г. Н. О вариабильности бактерий Моргана. ЖМЭН, стр. 53, 1940.
9. Цейтлин А. Я. Микробиологические особенности вульгарного протея, выделенного при желудочно-кишечных заболеваниях у детей раннего возраста. Диссертация, М., 1946.
10. Чистович Г. Н. К культуральной характеристике палочки Моргана. ЖМЭИ. № 1—2, 99, 1942.
11. Bergey D. Bergey's manual of determinative bacteriology, p. 486, 1948.
12. Cook V. Urease and other biochemical reactions of the Proteus group. J. Pathology and Bacteriology, LX, No. 2, p. 171, 1948.
13. Hauser J. Ueber Fäulnisbacterien und deren Beziehungen zur Septic. Leipzig, 1885.
14. Schaeffer H. Untersuchungen über Proteusbazillen. Zugleich ein Beitrag zur Theorie der Weil-Felixschen Reaktion. Ztbl. Bakt., 83, 436, 1919.
15. Stuart C. and Rustigian K. Further studies on urease production by Proteus and related organisms. J. Bact., 49, 437, 1945.

ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДЧАТЫХ ВАРИАНТОВ КЕТОГЕННЫХ УКСУСНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ

Л. А. Кузюрина

В ранее опубликованной работе [1] были приведены данные о скорости размножения и окислительной способности складчатых вариантов Acetobacter suboxydans и Ac. melanogenum.

Проведенные эксперименты показали, что среди складчатых вариантов могут быть найдены культуры, размножающиеся более интенсивно и окисляющие сорбит лучше, чем исходные гладкие формы. Было обращено внимание также на морфологию клеток уксуснокислых бактерий. Оказалось, что внешний вид клеток у неактивных и активных складчатых форм, а также у исходных культур различен.

На основании изучения морфологии клеток можно было с известной долей вероятности говорить о жизнеспособности культуры и принадлежности ее к складчатым или гладким вариантам. Одновременно с изучением скорости размножения клеток и их способности окислять сорбит накапливался материал, который позволил бы дать характеристику складчатым и гладким вариантам уксуснокислых бактерий, окисляющих сорбит. В данной статье приведены результаты этих исследований.

Методика

Изучению подверглись исходная гладкая культура Ac. suboxydans, полученная в 1951 г. из Всесоюзного научно-исследовательского института витаминной промышленности, и Ac. melanogenum, полученная из лаборатории Ленинградского витаминного завода.

Из складчатых рас нами исследовались варианты: С-8, полученный из гладкой культуры Ac. suboxydans, и С-1, выделенный из гладкой культуры Ac. melanogenum. Выращивание культур производилось на среде следующего состава: $NH_4H_2PO_4$ — 0,03%; KH_2PO_4 — 0,02%; K_2SO_4 — 0,005%; $MgSO_4$ — 0,005; $MnSO_4$ — 0,001%; $FeSO_4$ — 0,001%; сорбита — 2%. Среда готовилась на дрожжевом автолизате, содержавшем 0,05% сухих веществ, который являлся источником витаминов [2]. Стерилизация среды производилась в аппарате Коха 3 раза; pH = 5,5. Бактерии культивировались в пробирках, куда среда наливалась невысоким слоем по 3—5 мл в зависимости от диаметра пробирки. Температура опытов 28°.

Для выяснения отношения бактерий к различным источникам углерода или азота в вышеуказанной среде однозамещенный фосфат аммония заменялся различными источниками азота в эквивалентном количестве к азоту фосфата аммония или сорбит заменялся органическими безазотистыми веществами. Углеводы, спирты или соли органических кислот добавлялись в количестве 2%. Регистрация результатов опытов производилась на 4, 8, 16 и 30-й день. Посевной материал выращивался на агаре следующего состава: дрожжевая вода, содержащая 0,5% сухих веществ, 10% сорбита, 1,8% агара, pH = 5,5.

Морфология колоний

На дрожжевом агаре с сорбитом колонии гладкой формы уксуснокислых бактерий имеют типичный для данной формы вид. Они круглой формы, гладкие, блестящие, с ровной поверхностью и краями (рис. 1).

При малом увеличении под микроскопом они имеют мелкозернистое строение. Цвет колонии беловато-желтый. Консистенция мягкая, не слизистая. Материал из колоний снимается легко. Колонии в агар не врастают. При изменчивости уксуснокислых бактерий у культур с гладкими колониями наблюдается образование в колонии сектор-вариантов. Последние отличаются от исходных колоний грубозернистой структурой, более темным цветом, матовой поверхностью, неровным, волнистым краем (рис. 2).

При рассеве материала, взятого из такого сектора-варианта, можно получить новые складчатые расы уксуснокислых бактерий.

Колонии складчатого варианта резко отличаются от колоний гладкой исходной формы. Они плоские, округлой формы с матовой поверхностью серовато-белого цвета, с лопастными фестончатыми краями (рис. 3). Их размеры превышают размер колоний гладкой формы. На седьмой день на сорбитном агаре гигантские колонии изучавшихся нами складчатых вариантов достигают 5—6 мм в диаметре, тогда как колонии исходных гладких форм несколько меньше 4—5 мм в диаметре. При микроскопии складчатых колоний обращает на себя внимание, что они имеют крупнозернистую структуру и более темную окраску. Складчатые колонии также легко снимаются петлей с агара.

Морфология клеток

При микроскопии препаратов, приготовленных из 24-часовой культуры, выросшей на дрожжевом агаре с сорбитом, отчетливо выступает разница в морфологии клеток гладких и складчатых вариантов. У гладкой формы клетки имеют вид коротких палочек с закругленными концами (почти кокки), редко встречаются клетки удлиненной формы (рис. 4). Цепочки, как правило, не образуются, а если и возникают, то состоят из 2—4 элементов. Размеры клеток у гладкого варианта Ac. melanogenum следующие: 0,4—0,9 × 0,8—2,1 μ. Соответственно у Ac. suboxydans: 0,5—1,1 × 0,7—1,7 μ.

Совершенно иная микроскопическая картина культур складчатых вариантов. Клетки имеют вид длинных палочек и образуют цепочки, достигающие в длину до 20—39 μ. В препарате встречаются также нитевидные элементы, достигающие большой длины. Изредка обнаруживаются реактивные формы, чаще сигаровидные или булавовидные (рис. 5). В отличие от клеток гладкой формы, клетки складчатых вариантов после окраски имеют менее однородное содержимое. В некоторых клетках видны зерна, возникающие в результате отмешивания хроматина. Размеры клеток складчатой формы на плотной дрожжевой среде с сорбитом для Ac. melanogenum (С-1) : 0,6 — 1,3 × 1,3 — 8,2 μ. Для Ac. suboxydans (С-8) : 0,5 — 1,1 × 0,8 — 7,1 μ. На жидкой среде (дрожжевая вода с 0,5% сухих веществ и 10% сорбита при pH = 5,5) в двухсуточных культурах клетки гладкого и складчатого вариантов также отличаются друг о друга. У гладких вариантов преобладают короткие клетки и цепочки отсутствуют, а если они и имеются, то в небольшом количестве. У складчатых вариантов, наоборот, много нитей, цепочек и отдельных клеток, имеющих удлиненную форму. Размеры клеток гладкой формы на жидкой среде для Ac. melanogenum 0,4 — 0,8 × 1,0 — 2,7 μ, а для Ac. suboxydans 0,3 — 0,8 × 0,7 — 1,3 μ. Размеры клеток у складчатых форм на жидких средах для Ac. melanogenum (С-1) 0,8 — 1,2 × 3,3 — 4,6 μ, а для Ac. suboxydans (С-8) 0,4—0,9 × 3,5—4,6 μ.

Рост на различных средах

Кетогенные уксуснокислые бактерии очень хорошо растут на дрожжевой воде с 10% сорбита и на дрожжевом агаре с сорбитом. Хорошо растут на пивном (7° Балг.) сусле и сусло-агаре с 2% сорбита.

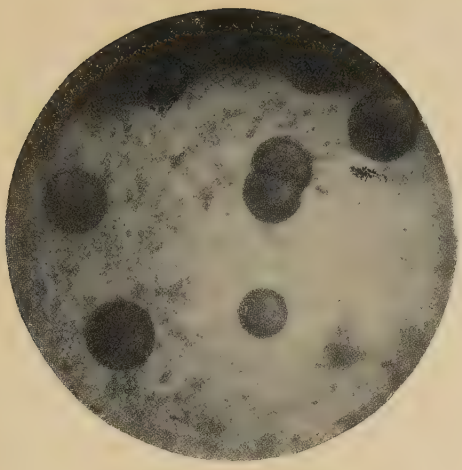

Рис. 1

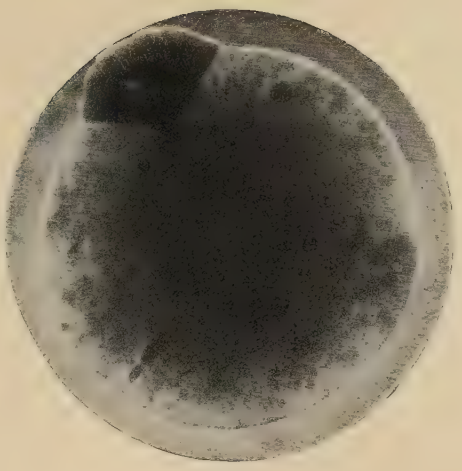

Рис. 2

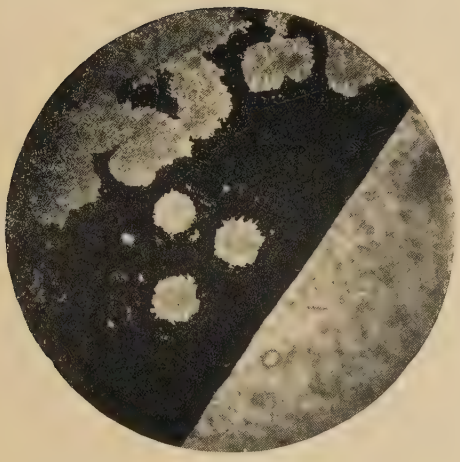

Рис. 3

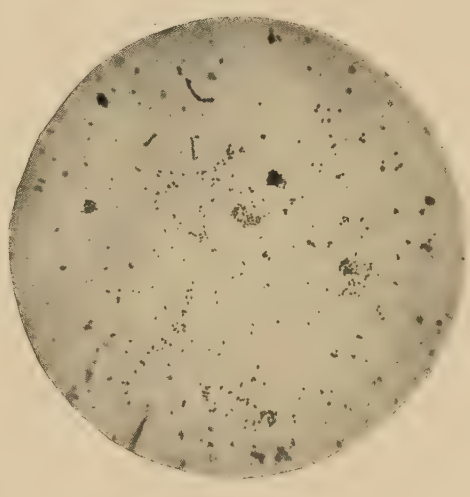

Рис. 4

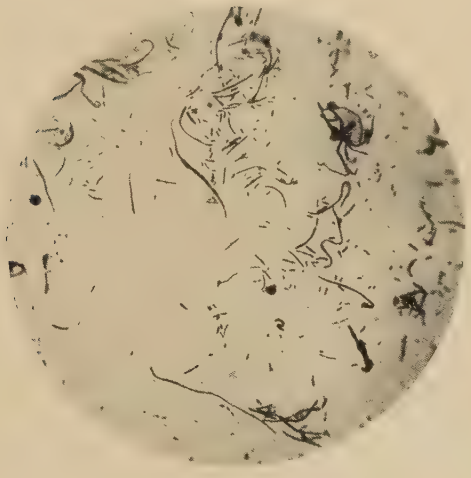

Рис. 5

Рис. 1. Колонии гладкого варианта Ac. suboxydans
Рис. 2. Сектор образования складчатого варианта в гладкой колонии Ac. suboxydans
Рис. 3. Колонии складчатого варианта Ac. suboxydans (C-8)
(снято при проходящем свете)
Рис. 4. Клетки гладкой исходной культуры Ac. suboxydans
Рис. 5. Нитевидные клетки складчатого варианта (C-8) Ac. suboxydans

Эти данные касаются как Ac. suboxydans, так и Ac. melanogenum. На других средах эти виды ведут себя различно. Так, оба варианта Ac. suboxydans дают удовлетворительный рост на картофеле, на МПА с 2% сорбита и слабый на МПА, 7° Балг. сусле, сусло-агаре. Гладкий вариант Ac. suboxydans удовлетворительно растет на МПЖ с 2% сорбита при очень слабом росте складчатого варианта на этой среде.

Ac. melanogenum очень слабо растет на МПА с 2% сорбита, не растет на картофеле. Данные об отношении указанных двух видов к различным средам приведены в табл. 1.

Таблица 1

Рост гладких и складчатых вариантов Acetobacter suboxydans и Ac. melanogenum на различных средах

Культура	Дрожжевая вода с сорбитом	Дрожжевой агар с сорбитом	МПБ	МПА	МПЖ	Пивное сусло (7° Балг.)	Сусло-агар	Картофельный агар	Картофель	Морковь	Молоко	МПБ	МПА	МПЖ	Сусло	Сусло-агар	Молоко
												с 2% сорбита					
Ac. suboxydans гладкая	5	5	0	2	0	2	2	1	3	1	0	2	3	5	4	4	0
Ac. suboxydans складчатая (С-8)	5	5	0	2	0	2	2	1	3	0	0	0	3	1	4	4	0
Ac. melanogenum гладкая	5	5	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	4	4	0
Ac. melanogenum складчатая (С-1)	5	5	0	1	0	2	2	2	0	0	0	0	1	0	4	4	0

Числовые обозначения. 5 — очень хороший рост; 4 — хороший рост; 3 — удовлетворительный рост; 2 — слабый рост; 1 — очень слабый рост; 0 — нет роста.

Оба изученных складчатых варианта росли на перечисленных в таблице средах так же, как гладкие варианты. Складчатый вариант Ac. suboxydans не рос на моркови, МПБ с 2% сорбита и давал очень слабый рост на МПЖ с 2% сорбита.

Естественно, что складчатые варианты полностью сохраняют особенности роста на жидких и плотных питательных средах, характерные для складчатых рас. На скошенном агаре с сорбитом они дают серовато-кремовый, матовый налет, тогда как гладкие варианты образуют на поверхности среды блестящий, влажный налет. Что касается роста на жидкой среде, то гладкие варианты, как правило, равномерно мутят среду по всей ее толще. На поверхности жидкости образуется белая нежная пленка, а также пристенное кольцо. В противоположность этому при развитии складчатых вариантов среда остается прозрачной, а на ее поверхности возникает плотная серовато-белая пленка, слегка всползающая на стенку пробирки. При встряхивании пробирки пленка разрывается на кусочки и падает на дно.

Отношение к различным источникам азотистого питания

В нашу задачу входило выяснение различия в физиологии питания, существующее между складчатыми и гладкими вариантами. Поэтому мы ограничились только констатацией интенсивности развития культуры, не прибегая к определению количества ассимилируемого азота и веса накопленной биомассы. Вначале было установлено, что на основной

среде, состав которой был приведен в разделе методики, но лишенной фосфата аммония, уксуснокислые бактерии не развиваются совершенно. В дальнейшем в среду, вместо фосфата аммония, были внесены различные азотсодержащие соединения в эквивалентном по азоту количестве.

Укажем добавляемые источники азота и их концентрации: $NaNO_2$ — 0,022%; KNO_3 — 0,026%; мочевины — 0,008%; аспарагина — 0,017%; гидролизата казеина — 0,0036 г N/100; пептона 0,3%. Дрожжевой автолизат в количестве, соответствующем 0,05% сухих веществ, вносился как источник витамина во все перечисленные среды.

Результаты этих исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Рост складчатых и гладких вариантов Acetobacter suboxydans и Ac. melanogenum на минеральной среде с сорбитом и различными источниками азота

Культура	Контроль. Среда с 0,03% $NH_4H_2PO_4$ (0,0036 г 0,01 N)	0,022% $NaNO_2$	0,026% KNO_3	0,008% $CO(NH_2)_2$	0,017% аспарагина	0,0036 г 0,01 N гидролизата казеина	0,3% пептона
Ac. suboxydans гладкая	5	2	4	4	5	4	5
Ac. suboxydans складчатая (С-8)	5	1	3	4	4	4	5
Ac. melanogenum гладкая	5	1	4	3	5	3	5
Ac. melanogenum складчатая (С-1)	5	1	4	3	5	4	5

Примечание. Условные обозначения см. в табл. 1.

Мы видим, что складчатые варианты Ac. suboxydans и Ac. melanogenum развиваются так же интенсивно, как и гладкие формы. Исключение составляют только среды с азотистокислым натрием, азотнокислым калием и аспарагином, на которых складчатый вариант Ac. suboxydans дал рост слабее, чем исходная культура, а на среде с гидролизатом казеина складчатый вариант Ac. melanogenum развился лучше, чем гладкая культура. Характер развития складчатого варианта на средах, оказавшихся наиболее пригодными, сохранялся обычным. В тех случаях, когда развитие было слабое, например, на средах с нитритами, образование пленки и кольца, столь характерное для складчатого варианта, не наблюдалось. Обращает на себя внимание, что окисленная форма азота, нитраты, лишь немногим хуже, чем восстановленная форма азота — фосфорнокислый аммоний.

Отношение к различным источникам углерода

Исследования были проведены на минеральной среде, содержащей в качестве источника витаминов небольшое количество дрожжевого автолизата (состав среды приведен в методике), и различными источниками углерода, которые добавлялись вместо сорбита. Результаты этих исследований приводятся в табл. 3 и позволяют сделать следующие выводы.

1. Ряд соединений не может служить источником углерода в данных условиях опыта. Не было роста на средах с крахмалом, гликогеном, мурвьинокислым натрием, щавелевокислым натрием и лимоннокислым натрием.

2. Умеренное развитие уксуснокислых бактерий было на левулезе, сахарозе, этиловом спирте и слабое на уксуснокислом натрии.

3. Хорошее развитие наблюдалось на среде с сорбитом или глицерином.

4. На мальтозе и лактозе развивалась только исходная гладкая форма Ac. suboxydans.

Гладкая форма Ac. melanogenum и складчатые формы, как Ac. suboxydans, так и Ac. melanogenum не утилизируют этих углеводов в данных условиях опыта.

5. На инозите как складчатая, так и гладкая форма Ac. melanogenum не давали развития, в то время как гладкий и складчатый вариант Ac. suboxydans давал рост. Отдельного упоминания заслуживает тот факт, что гладкая форма Ac. melanogenum не развивалась на среде с рафинозой, тогда как складчатая форма развивалась в этих условиях.

Таблица 3

Рост гладких и складчатых вариантов Acetobacter suboxydans и Ac. melanogenum на минеральной среде с различными источниками углерода

Культура	Глюкоза	Левулеза	Сахароза	Мальтоза	Лактоза	Рафиноза	Арабиноза	Крахмал растворимый	Гликоген	Этиловый спирт	Глицерин	Маннит	Сорбит	Инозит	Муравьиновокислый натрий	Уксуснокислый натрий	Щавелевокислый натрий	Лимоннокислый натрий
Ac. suboxydans гладкая	3	2	2	2	2	1	2	0	0	3	4	5	5	3	0	1	0	0
Ac. suboxydans складчатая (С-8)	3	1	2	0	0	1	0	0	0	3	4	3	5	2	0	1	0	0
Ac. melanogenum гладкая	Нет данных	1	2	0	0	0	1	0	0	2	4	3	5	0	0	1	Нет данных	0
Ac. melanogenum складчатая (С-1)	То же	3	1	0	0	2	2	0	0	2	4	4	5	0	0	1	То же	0

Примечание. Условные обозначения см. в табл. 1.

Таким образом мы видим, что по своему отношению к различным источникам углерода как у отдельных видов уксуснокислых бактерий, так и у отдельных рас одного и того же вида наблюдается неодинаковое отношение. В противоположность этому, как мы видели выше, к различным источникам азота у изученных видов и вариантов отношение одинаковое. Что касается морфологии уксуснокислых бактерий на различных средах, то необходимо отметить следующее. Различие в морфологии у гладких и складчатых вариантов было заметно на всех приведенных выше средах, но на средах с мочевиной и с пептоном складчатый вариант Ac. suboxydans имел особенно много удлиненных клеток и переплетающихся цепочек, образующих мелкие хлопья.

В заключение выражаю благодарность руководителю работы, проф. А. А. Имшенецкому за оказанную им помощь при ее выполнении.

Выводы

1. Установленное у некоторых складчатых форм кетогенных бактерий более интенсивное размножение клеток и окисление сорбита в сорбозу делают необходимым сравнительное изучение морфологии и физиологии гладких и складчатых форм Ac. suboxydans и Ac. melanogenum.

2. Для складчатых форм уксуснокислых бактерий характерно образование серовато-белых, грубозернистых, плоских, матовых колоний, а также образование более резко выраженной пленки и кольца, чем у гладкой формы.

3. В культурах складчатых форм клетки длиннее, чем в культуре гладкой формы, а также образуют нити и длинные цепочки. Иногда встречаются булавовидные, сигаровидные и другой формы клетки.

4. По своему отношению к различным источникам азота складчатые формы не отличаются от гладких.

5. Ac. suboxydans и Ac. melanogenum неодинаково относятся к различным источникам углерода. Изученные складчатые варианты также отличаются по своей способности развиваться на средах с различными источниками углерода.

Институт микробиологии
Академии наук СССР
Москва

Получено 27.XI.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Имшенецкий А. А. и Кузюрина Л. А. Окисление сорбита складчатыми расами уксуснокислых бактерий. Микробиология, XXIII, вып. 2, 1954.
2. Митюшова Н. М. О соотношении процессов размножения и окисления у Acetobacter suboxydans в зависимости от состава среды. Микробиология, XXII, 249, 1953.

БЕСКЛЕТОЧНАЯ НИТРИФИКАЦИЯ

I. ВЫРАЩИВАНИЕ КУЛЬТУР NITROSOMONAS И ПОЛУЧЕНИЕ АВТОЛИЗАТА КЛЕТОК

А. А. Имшенецкий и *Е. Л. Рубан*

При изучении биохимических превращений, обусловленных деятельностью микроорганизмов, обычно проходят два этапа. Вначале устанавливают особенности процесса, вызываемого живыми размножающимися клетками микробов, и только затем пытаются воспроизвести тот же процесс без участия клеток при помощи фильтратов культур или ферментных препаратов. Несмотря на значительные успехи физиологии и биохимии микробов, многие превращения углерода, азота, серы и других элементов нам известны только на основании изучения динамики изменений, происходящих в культурах микроорганизмов. Доказать ферментативный характер ряда процессов до настоящего времени не удается. Иногда пытаются описывать новые ферменты, основываясь только на опытах с покоящимися клетками микробов [5]. Едва ли это обосновано, так как принципиальной разницы между экспериментами с культурой микробов и острыми опытами с покоящимися клетками не существует. О ферментативном действии мы вправе говорить только после воспроизведения определенного химического процесса в жидкости, не содержащей микробов. Ранее нередко говорили о «внеклеточном» брожении или «внеклеточном» окислении. Такое обозначение нельзя признать удачным, так как оно только подчеркивает, что данный химический процесс протекает вне клетки и поэтому термину «бесклеточное» брожение следует отдать предпочтение.

После блестящих работ С. Н. Виноградского [1] по нитрификации прошло шестьдесят лет. За этот период наши сведения о биологии, распространении и экологии нитрификаторов значительно пополнились новыми данными. В противоположность этому химизм процесса нитрификации остается неясным. Вполне вероятно, что окисление аммиака до нитритов осуществляется при участии нескольких ферментов, но о них нам ничего не известно. Между тем возможность окисления аммиака ферментами, содержащимися в клетках Nitrosomonas, открыла бы широкие перспективы для изучения механизма процесса нитрификации. Достаточно указать на большую роль исследований по бесклеточному спиртовому брожению в выяснении химизма его отдельных этапов.

Известна только одна попытка получить нитрификацию в среде без клеток Nitrosomonas. Она принадлежит В. Л. Омелянскому [4], который растирал клетки Nitrosomonas с промытым морским песком, а затем добавлял к ним дестиллированную воду и раствор сернокислого аммония. В этих опытах он не наблюдал уменьшения аммиака под влиянием ферментов клеток нитрификаторов и поэтому пришел к выводу, «что химическая деятельность этих микроорганизмов, повидимому, неразрывно связана с жизнью их клеток». Следует отметить, что методика опытов Омелянского не была свободна от возражений. Основные опыты были проведены с клетками Nitrosomonas из очень старых (четырехмесячных) культур, клетки нитрификаторов до растирания высушивались над серной кислотой, что не могло не повлиять на активность ферментов.

Приступая к своим исследованиям, мы исходили из необходимости накопить такое количество биомассы в культурах Nitrosomonas, которое

давало бы возможность получать активный фильтрат, не содержащий клеток. Ввиду большого значения методики исследований главным образом потому, что ее подробное описание дает возможность воспроизвести опыты другим исследователям, данное сообщение посвящено описанию применявшихся методических приемов. В следующей публикации будут изложены результаты первой серии опытов по бесклеточной нитрификации.

Выращивание культуры Nitrosomonas

Исследования были проведены с чистой культурой Nitrosomonas, изолированной из почвы. Методы получения чистых культур Nitrosomonas и способы проверки их чистоты были описаны ранее [2, 3]. Вначале была сделана попытка получить значительное количество клеток нитрификаторов путем выращивания их на большом числе чашек с кремнекислым гелем, пропитанным минеральной средой Виноградского. Поверхность геля, как обычно, покрывалась слоем мела. Для нанесения большого числа капель на поверхность геля был применен простой прибор, представлявший собой корковую пробку большого диаметра, в которую втыкалось много булавок в шахматном порядке. Пробка с булавками стерилизовалась, головки булавок погружались в жидкую культуру Nitrosomonas, а затем головками булавок прикасались к поверхности геля. Таким путем одновременно производился посев на многие участки поверхности гелевой пластинки, и следовательно ожидать, что в дальнейшем возникшие зоны растворения мела, увеличиваясь в своих размерах, сольются и вся поверхность геля будет покрыта налетом клеток Nitrosomonas. Однако от получения большого количества клеток нитрификаторов путем посева на гелевые пластинки пришлось отказаться, так как не всегда образовывалось столько зон, сколько наносилось капелек, налет клеток на геле был скудным и снимать такой налет с поверхности геля, не повредив последний, было довольно сложно. Гораздо лучшие результаты были получены при глубинном выращивании культуры Nitrosomonas в больших бутылях, через которые пропускался воздух. Культивирование производилось в бутылях емкостью в 15—20 л. В каждую бутыль наливалось 3 л среды для нитрифицирующих бактерий, состав которой приведен ниже. Высота слоя жидкости в бутыли достигала 8—9 см. Бутыли, закрытые ватными пробками, стерилизовались при 0,5 атм. в течение 30 минут. Для культивирования Nitrosomonas применялась среда Виноградского следующего состава: $(NH_4)_2SO_4$ — 2,0 г; K_2HPO_4 — 1,0 г; $MgSO_4$ — 0,5 г; NaCl — 2,0 г; $FeSO_4$ — 0,4 г; смесь микроэлементов ($LiSO_4$, $CuSO_4$, $ZnSO_4$ $Al_2(SO_4)_3$, $SnCl_2$, $MnCl_2$, $NiCl_2$, $CoSO_4$, $TiCl_4$, KBr) 1 мл; воды дестиллированной 1000 мл, тщательно измельченный мел 1,0 г; pH среды 7,2—7,4. Посевным материалом служила 10—20-дневная культура Nitrosomonas, выросшая в колбе Эрленмейера емкостью в 200 мл. Колба содержала 20 мл питательной среды, состав которой указан выше. Культуры выращивались при 24°. В каждую бутыль с 3 л стерильной среды вносилось содержимое одной колбы, т. е. 20 мл культуры. После внесения посевного материала бутыли закрывались резиновыми пробками, сквозь которые были пропущены стеклянные трубки на 3—4 мм, не доходящие до дна бутылей. Воздух, поступавший через трубки, аэрировал культуры, скорость прохождения воздуха составляла 15—20 л в минуту. Поступавший в бутыль воздух предварительно проходил через простерилизованные угольные и ватные фильтры. Из бутылей воздух выходил через короткие стеклянные трубки, также пропущенные через резиновые пробки и снабженные на наружном конце ватными фильтрами. Бутыли с культурами выдерживались при 22—24° в течение 10—12 дней. Уровень среды отмечался на стенке бутыли, и взамен испарявшейся воды периодически в бутыль добавля-

лась стерильная дестиллированная вода. Присутствие мела в среде было нежелательным, так как он мешал получению урожая клеток, свободного от мела, растворение же мела кислотами могло нарушить жизнеспособность бактерий. В связи с этим была сделана попытка выращивать Nitrosomonas на питательной среде без мела, но в присутствии фосфатного буфера (pH = 7,1—7,2). Однако в этих условиях размножение нитрификаторов происходило гораздо хуже, так как мел необходим не только для нейтрализации образующейся азотистой кислоты. Повидимому, нитрификаторы лучше размножаются, прикрепляясь к плотным частицам мела. В процессе работы было установлено, что перерыв в аэрации культуры, т. е. пропускания воздуха через среду, даже на два-три часа значительно снижает интенсивность развития нитрификаторов. Количество воздуха, проходящего через культуру в минуту, должно быть по возможности постоянным в течение всего срока опыта. По ходу культивирования производились качественные пробы на аммиак (реактив Несслера) и нитриты (реактив Грисса). После окончания выращивания проверялась чистота культуры Nitrosomonas высевами на мясо-пептонные среды и микроскопированием осадка, взятого со дна бутыли.

Получение автолизатов, свободных от бактериальных клеток

По истечении 10—12 суток жидкая культура в количестве 9 л (из 3 бутылей, содержащих по 3 л культуры) фильтровалась через воронку Зейтца (имевшую диаметр 13,5 см) с мембранным фильтром № 3. Осадок на фильтре промывался стерильной дестиллированной водой до исчезновения следов аммиака и нитритов. Обычно для этого было необходимо 6—7 л воды. Затем осадок с фильтром переносился в большую стерильную чашку Петри, снимался с фильтра стерильным стеклянным шпателем, переносился в стерильную агатовую ступку и тщательно растирался со стерильным стеклянным порошком в течение 30 минут. Осадок, как и следовало ожидать, в значительной части состоял из мела и кристаллов солей (главным образом фосфатов), и только часть осадка составляли клетки Nitrosomonas. Обычно вес осадка был около 20,0 г, и на это количество осадка добавлялось 0,5—0,8 г стеклянного порошка (Шоттовского стекла). К растертому осадку добавлялось 30 мл стерильной водопроводной воды и после размешивания осадок с водой переносился в сухую стерильную колбу Эрленмейера емкостью в 100 мл. Колба закрывалась ватной пробкой и двойным целлофановым колпачком, а затем помещалась в термостат при 40° на 24 часа. В течение этого срока происходил некоторый автолиз клеток нитрифицирующих бактерий. По истечении суток жидкость с растертым осадком делилась на две порции. С целью освободиться от клеток Nitrosomonas каждая порция фильтровалась через малую воронку Зейтца (имеющую диаметр 35 мм) с асбестовым фильтром СФ. Воронка непосредственно соединялась со стерильным приемником и фильтрат без переливаний поступал в стерильную эрленмейеровскую колбу емкостью в 50 мл. В первой порции фильтрата, служившей контролем, производились количественные определения нитритов методом колориметрирования с реактивом Грисса, аммиака — методом отгонки под вакуумом, а также определение общего азота микрометодом Кьельдаля. Вторая порция фильтрата, служившая для основных опытных определений, помещалась в термостат при 37° на пять суток и по истечении этого срока в ней производились аналогичные определения нитритов, аммиака и азота. Сопоставляя цифры, полученные при анализе опытных и контрольных порций, можно было сделать вывод о тех изменениях в содержании аммиака и нитритов, которые происходили в растворах, не содержащих клеток бактерий. В стерильности фильтратов убеждались путем их посевов на мясо-пептонные среды, а также на среду Виноградского для нитрифицирующих бактерий. Послед-

нее было необходимым, так как можно было предполагать, что фильтрующиеся формы Nitrosomonas, пройдя через фильтр, могут превратиться в вегетативные клетки, которые в свою очередь вызовут окисление аммиака.

В качестве дополнительного контроля были исследованы фильтраты автолизатов, полученные из культур гетеротрофных микроорганизмов. В качестве последних выращивались культуры Pseudomonas sp., Mycobacterium rubrum и Saccharomyces cerevisiae. Микроорганизмы выращивались в чашках Петри с МПА либо сусло-агаром. Налет микроорганизмов, выросших на поверхности плотных сред, снимался и растирался со стерильным стеклянным порошком. Последующие операции и анализы производились так же, как и с осадком клеток Nitrosomonas. С целью приблизиться к условиям выращивания Nitrosomonas производилось также культивирование Pseudomonas sp. в бутылях, содержащих среду Виноградского. Дальнейшая обработка осадка клеток обычная. Определение аммиака и нитритов в фильтратах автолизатов, полученных из клеток гетеротрофных бактерий, оказалось очень ценным, так как в них количество аммиака не уменьшается, как в автолизатах клеток Nitrosomonas, а закономерно возрастает за счет происходящего дезаминирования. Аналитические данные по этому вопросу будут приведены в следующем сообщении.

Выводы

1. Для получения автолизатов из клеток нитрифицирующих бактерий необходимо накопление значительной биомассы этих бактерий.
2. Выращивание Nitrosomonas на чашках с гелем не дает возможности получить необходимое количество клеток.
3. Размножение Nitrosomonas в условиях глубинной аэрируемой культуры позволяет накопить в течение 10—12 дней биомассу, достаточную для получения автолизатов.
4. Разработан и описан метод получения автолизата клеток Nitrosomonas, свободного от клеток гетеротрофных бактерий и Nitrosomonas.

Институт микробиологии
Академии наук СССР
Москва

Получено 16.II.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградский С. Микробиология почвы. Изд-во АН СССР, 1952.
2. Имшенецкий А. и Рубан Е. О выделении чистых культур нитрифицирующих бактерий. ДАН СССР, 86, 176, 1952.
3. Имшенецкий А. и Рубан Е. Получение чистых культур Nitrosomonas. Микробиология, XXII, 376, 1953.
4. Омелянский В. Краткие сообщения о нитрифицирующих микробах. III. Выделяют ли нитрозные микробы оксидазу? Избранные труды. Изд-во АН СССР, М., 1953.
5. Стефенсон М. Метаболизм бактерий. 1951.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И АЗОТФИКСИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ АЗОТОБАКТЕРА В РИЗОСФЕРЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

М. В. Федоров и *В. Ф. Непомилуев*

Изучение широты распространения азотобактера в ризосфере многолетних трав и в почве травопольного севооборота имеет существенное значение, так как оно может дать материалы для определения возможных масштабов обогащения почвы связанным азотом за счет активности свободноживущих азотфиксирующих бактерий. Эти данные особенно интересны в связи с тем, что многолетние злаки, входящие в состав травосмеси, каждую осень сбрасывают паренхиму со своих корней и дают значительное пополнение почвы мертвым органическим веществом, разложение которого целлюлезоразлагающими бактериями может создать благоприятные условия углеродного питания и для азотфиксирующих бактерий. Помимо этого, постоянно отмирающие корневые волоски и молодые корни трав также пополняют почву органическим веществом и создают базу для развития азотфиксирующих бактерий. Все эти факторы могут положительно влиять на распространение азотобактера как в ризосфере трав, так и в почве, занятой травами, а между тем их влияние до настоящего времени остается мало изученным. Если распространение азотобактера в ризосфере ряда сельскохозяйственных растений было изучено Красильниковым [2, 3], Исаковой [1], Федоровым и Теппер [5], Шелоумовой и Возняковской [6], то распространение этого микроорганизма в ризосфере многолетних трав пока совсем не изучалось. Учитывая это обстоятельство, мы и предприняли данные исследования.

Распространение азотобактера в ризосфере многолетних трав и в почве под травами изучалось нами в течение трех лет как в условиях полевого опыта, так и в вегетационных опытах с применением различных удобрений. В последнем случае почва инокулировалась определенным числом клеток азотобактера (Az. chroococcum, штамм 53) и определялась его приживаемость в ризосфере трав и в почве. При изучении широты распространения азотобактера в ризосфере многолетних трав, произрастающих на Полевой опытной станции Тимирязевской сельскохозяйственной академии (ТСХА), мы пользовались смывами с корней и последующими засевами их на безазотную питательную среду для азотобактера (модификация Федорова [4]). Анализы проводились по всем основным фазам развития растений и всем трем годам их жизни в условиях полевой культуры. Результаты этих анализов приводятся в табл. 1.

Из этих данных следует, что азотобактер в ризосфере клевера хотя и в малом количестве, но встречается в течение всех трех лет жизни данного растения. Наибольшее число клеток его обнаруживается в фазу весеннего отрастания, когда типичная флора ризосферных бактерий еще слабо представлена в ризосфере из-за отсутствия достаточного количества корневых выделений. Относительно большее развитие азотобактера в этот период жизни растения указывает на то, что он получает углеродистую пищу не за счет корневых выделений, а за счет продуктов разложения остатков отмерших корней. В фазы же активной жизнедеятельности растения (бутонизация и цветение), когда растение выделяет наибольшее количество корневых выделений и создает наиболее благо-

Таблица 1

Количество клеток азотобактера в ризосфере клевера по годам жизни и фазам развития растения

(В сотнях на 1 г корней)

Фаза развития клевера	Отмывы								Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	
I. Первый год жизни растения									
Период отрастания	51	41	18	7	7	4	2	2	132
II. Второй год жизни растения									
Весеннее отрастание	47	24	22	18	10	2	1	1	125
Бутонизация	42	31	8	1	—	—	—	—	82
Цветение	25	10	7	3	—	—	—	—	45
Отрастание после укоса	11	2	—	—	—	—	—	—	13
III. Третий год жизни растения									
Весеннее отрастание	12	12	10	5	3	1	1	—	44
Бутонизация	10	11	7	1	—	—	—	—	29
Цветение	11	8	5	4	2	—	—	—	30
Отрастание после укоса	8	7	5	1	—	—	—	—	21

приятные условия для развития в ризосфере типичных ризосферных бактерий, условия для роста азотобактера получаются менее благоприятными и его удается обнаруживать в небольшом количестве только в первых смывах корней, т. е. среди бактерий, менее тесно связанных с корнями. Но даже и те клетки, которые встречались в это время в составе ризосферной микрофлоры клевера, дают на безазотных средах слаборазвитые колонии с ничтожной пигментацией. Размеры клеток у этих культур были мелкими и нетипичными для активных форм азотобактера.

Аналогичные результаты получились и при изучении широты распространения азотобактера в ризосфере тимофеевки, что легко установить из данных табл. 2.

В третьем году жизни этого растения азотобактер представлен в ризосфере еще меньше, чем во втором году, а в первом году жизни, особенно в фазу отрастания, он встречается в значительных количествах.

Таблица 2

Количество клеток азотобактера в ризосфере тимофеевки второго года жизни

(В сотнях на 1 г корней)

Фаза развития тимофеевки	Отмывы								Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Весеннее отрастание	10	10	9	8	9	7	1	1	55
Выбрасывание султана	5	6	2	—	—	—	—	—	13
Цветение	6	4	3	1	—	—	—	—	14
Отрастание после укоса	13	13	11	10	—	—	—	—	47

Для более полной характеристики состояния азотобактера, обнаруживаемого в ризосфере клевера и тимофеевки, он был выделен нами в чистую культуру в разные фазы развития растений и была определена его азотфиксирующая активность, приведенная в табл. 3.

Из данных табл. 3 видно, что азотфиксирующая активность азотобактера, выделенного из ризосферы многолетних трав, очень низкая и не поднимается выше 25% от азотфиксирующей активности стандартной

Таблица 3

Азотфиксирующая активность азотобактера, выделенного из ризосферы многолетних трав в разные фазы развития растений

Фаза развития растений	Использовано сахара в г	Интенсивность использования сахара в %	Фиксировано азота в мг		Интенсивность азотфиксации в %
			на 1 г сахара в отдельной культуре	на 1 г сахара в среднем	
I. Стандартный штамм азотобактера № 53	1,98 1,99	100,0	10,77 10,06	10,91	100,0
II. Азотобактер, выделенный из ризосферы клевера в фазы					
весеннего отрастания .	0,23 0,25	12,2	3,1 2,8	2,95	27,0
бутонизации	0,20 0,19	10,2	2,45 2,94	2,69	24,7
цветения	0,18 0,21	10,3	2,94 2,86	2,60	23,8
отрастания после укоса	0,21 0,22	11,8	5,10 5,00	5,05	46,3
III. Азотобактер, выделенный из ризосферы тимофеевки в фазы					
весеннего отрастания. .	0,31 0,29	16,0	2,44 2,42	2,43	22,5
выбрасывания султана .	0,19 0,21	10,9	2,78 2,92	2,85	26,4
цветения	0,19 0,20	10,4	2,80 2,84	2,82	26,1
отрастания после укоса	0,30 0,32	16,6	4,30 4,45	4,38	40,5

культуры этого микроба, используемой при производстве азотобактерина. Столь значительное снижение его азотфиксирующей активности обусловливается, видимо, тем, что в ризосфере многолетних трав создаются специфически неблагоприятные условия для развития данного организма. Эти специфически неблагоприятные условия могут создаваться в первую очередь типичными ризосферными бактериями, которые в большом количестве развиваются на поверхности корней многолетних трав. Об этом говорят следующие факты: 1) заметное количество клеток азотобактера удается обнаружить только в первых отмывах с корней трав, в которых типичная ризосферная микрофлора еще очень мало представлена; 2) слабая, не только азотфиксирующая, но и окислительная способность чистых культур азотобактера, выделенных из состава ризосферной микрофлоры трав. В связи с этими данными возникла необходимость более детально изучить взаимоотношения между азотобактером и отдельными формами ризосферных бактерий клевера и тимофеевки в условиях смешанной культуры. Опыты были поставлены в колбах Эрленмейера объемом на 250 мл. В каждую колбу наливалось

по 50 мл питательной среды и после стерилизации среда инфицировалась 300 000 клеток азотобактера и 10—20 млрд. клеток различных ризосферных бактерий на 1 мл среды. В опыте были использованы две питательные среды: 1) безазотная и 2) МПБ, в три раза разбавленный водопроводной водой. Совместная культура азотобактера с отдельными видами ризосферных бактерий продолжалась 10 дней. Проведенные после этого анализы показали, что число клеток азотобактера, развившихся на безазотной питательной среде в совместных культурах с ризосферными бактериями, в несколько раз ниже, чем в отдельной культуре. Еще более резкое влияние оказали эти бактерии на азотобактер на разбавленном МПБ, что легко установить из данных табл. 4 (учет развившихся клеток азотобактера производился на безазотной агаровой среде, а ризосферных бактерий — на МПА).

Таблица 4

Развитие азотобактера и ризосферных бактерий клевера и тимофеевки в совместных культурах

(Число клеток в миллиардах на 1 мл среды)

Варианты опыта	Азотобактер		Ризосферные бактерии	
	на безазотной среде	на мясопептонном бульоне	на безазотной среде	на мясопептонном бульоне
Az. chroococcum (шт. 53)	18,67	0,740	—	—
То же + Ps. fluorescens	6,29	0,752	11,20	1 010 000
„ „ + Chromob. denitrificans . .	4,18	0,410	23,00	740 000
„ „ + Ps. radiobacter	7,17	0,196	12,00	70 000
„ „ + Mycob. globiforme	8,14	0,247	29,32	Сплошной рост
„ „ + Mycob. salivarium	4,90	0,516	8,10	То же
„ „ + бактерии, дающие белые узорчатые колонии . . .	2,05	0,110	2,70	102 000
„ „ + Mycob. phlei	1,92	0,40	47,40	Сплошной рост
„ „ + Mycob. citreum	0,20	0,04	91,20	То же
„ „ + Mycob. fluorescens	1,54	0,10	25,45	„ „
„ „ + пигментные бактерии . .	2,04	0,02	8,10	420 000

Из приведенных данных легко установить, что бо́льшая часть ризосферных бактерий, выделенных с корневой системы клевера и тимофеевки, оказывает угнетающее влияние на развитие азотобактера. Особенно сильное угнетающее влияние оказали микобактерии, выделенные из ризосферы тимофеевки. Совместные культуры азотобактера, выделенного из ризосферы многолетних трав, с теми же формами ризосферных бактерий, которые приводятся в описанном опыте, показали, что угнетение в его развитии так же ясно наступает, но степень влияния их несколько меньше. Такой результат может обуславливаться тем, что эти культуры азотобактера лучше приспособлены к условиям совместного развития с ризосферными бактериями многолетних трав и, кроме того, они вообще обладают очень малой активностью. Помимо уменьшения общего числа клеток азотобактера в совместных культурах с типичными ризосферными бактериями многолетних трав, наблюдается явное снижение и его азотофиксирующей активности под влиянием этих бактерий, что легко установить из данных табл. 5. Опыт ставился на безазотной питательной среде для азотобактера (модификация Федорова). В каждую колбу объемом на 250 мл добавлялось 50 мл питательной среды. Опыт также продолжался 10 дней (табл. 5).

Таблица 5

Влияние ризосферных бактерий клевера и тимофеевки на азотфиксирующую активность азотобактера в смешанных культурах

Варианты опыта	Использовано сахара в г	Интенсивность использования сахара в %	Фиксировано азота в мг		Интенсивность азотфиксации в %
			на 1 г в отдельной культуре	на 1 г в среднем	
Az. chroococcum (шт. 53) . . .	0,96 0,90	100,0	11,85 11,35	11,60	100,0
То же + Ps. fluorescens . . .	0,90 1,00	97,0	8,86 9,20	8,94	77,0
„ „ + Chromob. denitrif. .	0,98 1,00	98,4	7,28 7,20	7,24	62,4
„ „ + Ps. radiobacter . . .	1,00 0,95	100,0	5,48 5,44	5,46	47,0
„ „ + Mycob. globiforme .	0,98 1,00	101,5	4,37 4,15	4,26	36,7
„ „ + Mycob. salivarium	1,00 0,95	100,0	8,54 8,44	8,49	73,2
„ „ + Mycob. phlei	1,00 0,95	100,0	4,50 4,34	4,42	38,3
„ „ + Mycob. citreum. . .	0,99 0,95	100,0	7,37 7,15	7,31	63,8
„ „ + Mycob. fluorescens .	1,00 1,00	101,8	3,62 3,50	3,56	30,8

Влияние ризосферных бактерий на азотфиксирующую активность азотобактера оказалось аналогичным с их влиянием на рост этого организма. В присутствии ризосферных бактерий азотфиксирующая активность азотобактера явно падает, особенно в присутствии ризосферных бактерий тимофеевки. Причиной угнетающего влияния их может быть не только использование ими части энергетического материала, но и выделение в среду продуктов собственной жизнедеятельности, отрицательно влияющих на азотфиксирующую активность азотобактера.

Результаты описанных опытов показали, что в ризосфере многолетних трав, произрастающих в полевых условиях, азотобактер слабо представлен и обладает малой азотфиксирующей активностью. В связи с этим интересно было проследить, будет ли он приживаться в ризосфере трав в том случае, когда им инокулируются семена трав при их высеве в почву. Кроме этого, представляли интерес наблюдения над приживаемостью этого микроорганизма в ризосфере трав, высеваемых по различному агротехническому фону. Все эти вопросы были подвергнуты исследованию в условиях вегетационного опыта, осуществленного в сосудах Митчерлиха. Почва для этих опытов была взята из учхоза ТСХА «Отрадное» и азотобактера совсем не содержала. После заправки удобрениями она засевалась инокулированными азотобактером семенами клевера или же тимофеевки. По мере роста трав производился анализ на содержание азотобактера в составе ризосферной микрофлоры по фазам развития растений. В первом году учет азотобактера был произведен в фазу цветения трав и дал результаты, приведенные в табл. 6.

Из этих данных следует, что в вариантах с инокуляцией азотобактером он сохраняется в более значительном количестве только при удобрении почвы органическими и фосфорно-калийными удобрениями.

Во втором году жизни трав наличие азотобактера в ризосфере определялось уже по фазам развития растений. Полученные при этих иссле-

Таблица 6

Количество клеток азотобактера, обнаруживаемых в ризосфере трав по различному агротехническому фону

(В сотнях на 1 г корней)

Варианты опыта	Отмывы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I. Клевер								
Почва без удобрений . . .	71	57	46	29	22	7	1	—
То же + орган. вещество .	152	146	123	111	103	91	40	7
„ „ + РК	130	122	119	118	101	57	21	4
„ „ + NPK	109	98	53	26	23	13	4	—
II. Тимофеевка								
Почва без удобрений . . .	20	17	12	8	6	1	—	—
То же + орган. вещество .	42	18	19	11	5	—	—	—
„ „ + РК	45	27	21	13	4	—	—	—
„ „ + NPK	29	23	14	3	1	—	—	—

дованиях результаты показывают, что и во втором году жизни трав азотобактер представлен в большем количестве в ризосфере клевера, чем в ризосфере тимофеевки. Наибольшее количество его клеток было обнаружено в фазы бутонизации и цветения. Аналогичные результаты были получены и для третьего года жизни трав, хотя в ту же фазу цветения количество его клеток было меньше, чем в первом и втором году жизни трав (табл. 7).

Таблица 7

Количество клеток азотобактера в ризосфере трав третьего года жизни в фазе цветения

(В сотнях на 1 г корней)

Варианты опыта	Отмывы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I. Клевер								
Почва без удобрений . .	31	27	18	11	7	1	—	—
То же + орган. вещество	74	67	49	40	29	11	5	1
„ „ + РК	68	64	47	35	18	9	2	—
„ „ + NPK	48	37	28	26	22	4	—	—
II. Тимофеевка								
Почва без удобрений . .	32	30	17	12	4	5	—	—
То же + орган. вещество	52	47	40	28	11	5	1	1
„ „ + РК	54	44	37	29	8	4	1	—
„ „ + NPK	34	32	18	14	1	2	—	—

Данные по третьему году жизни трав показывают, что количество клеток азотобактера, обнаруживаемых в ризосфере исследованных растений, постепенно убывает, хотя агротехнический фон и оказался важным фактором, способствующим лучшему сохранению азотобактера в ризосфере трав. Особенно благоприятное влияние оказало внесение в почву органического вещества (0,5% измельченных корней тимофеевки

по весу почвы) и минеральных удобрений. В вариантах с внесением удобрений не только сохранилось больше клеток азотобактера, но и их азотфиксирующая активность оказалась выше (табл. 8).

Таблица 8

Азотфиксирующая активность азотобактера, выделенного из ризосферы многолетних трав в фазу цветения

Почва, из которой был выделен азотобактер	Использовано сахара в г	Интенсивность использов. сахара в %	Фиксировано азота в мг		Интенсивность азотфиксации в %
			на 1 г сахара в отдельной культуре	на 1 г сахара в среднем	
I. Клевер первого года жизни					
Исходная культура	2,00 1,94	100,0	12,02 11,46	11,74	100,0
Почва без удобрений	1,81 1,60	88,9	6,56 7,20	6,88	58,6
Почва, удобренная орган. удобрением	1,74 1,98	94,4	9,20 10,80	10,00	85,2
Почва, удобренная РК	1,70 1,87	90,0	9,20 8,10	8,65	73,6
Почва, удобренная NPK	1,60 1,76	85,0	7,15 7,45	7,30	62,2
II. Клевер второго года жизни					
Исходная культура	1,96 2,0	100,0	11,20 12,00	11,60	100,0
Почва без удобрения	1,80 2,00	96,0	5,50 6,50	6,00	51,7
Почва, удобренная орган. удобрением	1,90 2,00	98,9	9,00 7,40	8,20	70,6
Почва, удобренная РК	1,94 1,90	97,0	7,65 7,15	7,40	62,7
Почва, удобренная NPK	1,90 1,98	98,5	6,00 6,40	6,20	53,4

Приведенные данные ясно показывают, что азотобактер, выделенный из ризосферы клевера в разные годы жизни этого растения, обладает разной азотфиксирующей активностью. Чем дольше культура этого микроорганизма находится в близком контакте с корневой системой данного растения, тем меньше становится его азотфиксирующая активность. В табл. 8 приведены данные только по штаммам азотобактера, выделенным из ризосферы клевера, но параллельные испытания штаммов, выделенных из ризосферы тимофеевки, дали вполне аналогичные результаты, а степень понижения азотфиксирующей активности была у них еще больше, чем у штаммов, выделенных из ризосферы клевера. Агротехнический фон хотя и оказал благоприятное влияние на сохраняемость азотобактера в ризосфере трав, особенно при внесении в почву органических и фосфорно-калийных удобрений, однако он не предотвратил по-

степенно наступающей инактивации азотобактера. Двухлетнее пребывание азотобактера в ризосфере клевера даже в варианте с внесением органических удобрений привело к снижению его азотфиксирующей активности на 20—30% по сравнению с азотфиксирующей активностью исходной культуры азотобактера, использованной для инокуляции почвы.

Выводы

1. В ризосфере клевера и тимофеевки во все годы жизни этих трав был обнаружен азотобактер. Однако выделенные формы этого микроорганизма оказались с пониженной азотфиксирующей активностью и со слабой окислительной способностью.

2. С возрастом растений количество клеток азотобактера, обнаруживаемых в ризосфере трав, постепенно уменьшается.

3. При изучении распространения азотобактера в ризосфере многолетних трав по фазам развития растений было установлено, что в фазе цветения и бутонизации азотобактер в ризосфере представлен слабо и встречается лишь в первых отмывах с корней. Вероятной причиной такого явления следует считать конкуренцию со стороны типичных ризосферных бактерий, достигающих наибольшего развития именно в эти фазы роста растений.

4. Инокуляция почвы азотобактером при посеве трав показала, что он частично приживается в ризосфере этих растений, хотя постепенно и снижает свою азотфиксирующую активность. Только внесение в почву органических удобрений создает основу для сохранения азотобактера в почве и в ризосфере многолетних трав в относительно активном состоянии.

Московская сельскохозяйственная академия
им. К. А. Тимирязева

Получено 15.IX.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исакова А. А. Распространение азотобактера в ризосфере субтропических культур. Тр. Ин-та физиологии раст. АН СССР, I, вып. 2, стр. 265, 1937.
2. Красильников Н. А. Влияние корневых выделений на развитие азотобактера и других почвенных микроорганизмов. Микробиология, III, 343, 1934.
3. Красильников Н. А. О взаимоотношении микроорганизмов почвы с растениями. Природа, № 3, 41, 1940.
4. Федоров М. В. Биологическая фиксация азота атмосферы. Сельхозгиз, 2-е изд., 1952.
5. Федоров М. В. и Теппер Е. З. Об условиях, определяющих приживаемость азотобактера в ризосфере с.-х. растений и в почве. Микробиология, XVI, 6, 498, 1947.
6. Шелоумова А. М. и Возняковская Ю. М. Азотобактер и корневая система растений. Советская агрономия, № 5, 72, 1947.

ПРИЖИВАЕМОСТЬ АЗОТОБАКТЕРА НА КОРНЯХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

А. Я. Трибунская

Широкое распространение на Среднем Урале серых лесных почв и их использование для выращивания различных сельскохозяйственных растений делают интересным изучение микрофлоры этих почв. Такие исследования для Урала крайне ограничены и выполнены лишь в отношении азотобактера [12, 13]. Особенно интересно изучение групп бактерий, определяющих азотный режим этих почв. Использование на серых лесных почвах азотобактерина для бактеризации семян и повышения урожайности растений требует изучения тех взаимоотношений, которые складываются между этими бактериями и растением.

Известно, что применение азотогена дает неодинаковый результат на разных почвах и, в частности, в подзолистых почвах азотобактер нередко вымирает [1, 8]. Серые подзолистые почвы часто используются в ряде районов Свердловской области для выращивания картофеля и зерновых культур. Поэтому была поставлена задача изучить распространение азотобактера в этих почвах, определить возможность естественного поселения азотобактера в ризосфере пшеницы и его поведение на корнях пшеницы при ее выращивании из зерен, зараженных азотобактером.

По вопросу о взаимоотношениях азотобактера и пшеницы в литературе существуют довольно противоречивые мнения. Многие авторы [11] указывают, что азотобактер, нанесенный на зерновки пшеницы перед посевом, перемещается при прорастании зерновки на поверхность корневой системы проростка и вступает во взаимодействие с растением. Это взаимодействие рассматривается как обмен азотистых соединений, выделяемых азотобактером, на углеводы и органические кислоты корней растения или как снабжение растения ростовыми веществами типа гетероауксина, выделяемыми азотобактером [2, 3, 4]. В другом ряде работ указывается, что корневые выделения пшеницы являются неблагоприятными для азотобактера и приводят к его вымиранию в ризосфере или к тому, что под пшеницей азотобактер обнаруживается в небольшом количестве [6, 7]. Красильников указывает, что особенно сильное угнетающее действие пшеницы на азотобактер проявляется на почвах, бедных органическим веществом, например, на подзолах. Поскольку серые лесные почвы Свердловской области также бедны органическим веществом и неблагоприятны для азотобактера по ряду других особенностей, они представляют большие удобства для выяснения вопроса о взаимоотношениях данного микроорганизма и растения пшеницы. Имеются указания [11], что взаимоотношения между пшеницей и азотобактером зависят от расы азотобактера и сорта пшеницы, причем разное сочетание рас и сортов приводит к разной приживаемости этих бактерий. На корнях некоторых сортов пшениц азотобактер вообще не приживается. Следовательно, этот вопрос должен решаться с учетом особенностей бактерий и сорта пшеницы. Кроме того, поселение азотобактера в ризосфере еще вовсе не означает положительное действие бактерий на растение, так как могут быть случаи, когда азотобактер не приносит растению какой-либо пользы, например, при наличии его неактивных форм [5, 9]; а в некоторых случаях азотобактер из-за энергичного поглощения им фосфора может оказаться и неблагоприятным для растения.

В настоящей работе мы поставили себе цель выяснить следующие вопросы: ,

1) имеется ли в серой лесной почве азотобактор и каковы его свойства?

2) поселяется ли азотобактер в ризосфере пшеницы, выращиваемой на серой лесной почве из зерна, не зараженного азотобактером?

3) расселяется ли азотобактер по поверхности корней пшеницы при выращивании растений на серой лесной почве из зараженного зерна и как долго он удерживается в ризосфере?

Для разрешения указанных вопросов в период 1948 и 1949 гг. были проведены полевые опыты и лабораторные исследования. Посевы пшениц производились на серой сильно подзолистой почве опытного участка Уральского лесотехнического института (УЛТИ, Свердловск). Участок освобожден из-под соснового леса в 1936—1938 гг. Почва характеризуется низким содержанием органического вещества (гумуса 1,5—2,5%), низкой аэрируемостью (сильно суглинистая) и бедностью доступным цитратно (1%) растворимым фосфором — 9—14 мг% и усвояемым (0,2 *N* HCl) калием 22—22 мг%. Почвы кислые (pH водных почвенных суспензий — 4,8—5,2), количество извести, рассчитанное по гидролитической кислотности почвы, составляет 8 т/га. Таким образом, для азотобактера, который нуждается для хорошего роста в большом количестве фосфатов, органического вещества и нейтральной реакции почвы, данный тип почв является совершенно неблагоприятным. Почвы сходного типа широко распространены на Среднем Урале.

Наличие азотобактера в серых лесных почвах

Для изучения распространения азотобактера в серых лесных почвах были использованы свежие образцы почв опытного участка УЛТИ, почв пригородных, преимущественно сосновых лесов г. Свердловска, используемых под сельскохозяйственные культуры, преимущественно под картофель, и серых лесных почв ближайших районов — Арамильского и Билимбаевского. В колбы со средой Омелянского — Северовой вносилось нарастающее количество почвы каждого образца (0,1—0,25 — 0,5—1,0 г). Одинаковые навески вносились в 5—10 параллельных колб. Количество колб с пленками азотобактера, появившимися за 10—14-дневный срок, характер пленок и скорость пигментации позволяли оценить заселенность почв азотобактером. Было установлено, что в подавляющем большинстве образцов почвы азотобактер встречается, но всегда лишь в виде единичных клеток на 1 г почвы. Поэтому трудно найти образец почвы, взятый из соснового леса или с полей с серой лесной почвой, в котором при достаточно тщательных поисках нельзя было бы обнаружить азотобактер. При этом непременным условием является постановка накопительных культур с большим количеством повторностей. Примером, позволяющим оценить малое количество азотобактера в серых лесных почвах, может служить почва опытного участка УЛТИ. Так, в 10 колбах, в которые было внесено по 0,1 г, и в 10 колбах с 0,25 г почвы пленки азотобактера не появились. Из 10 колб с внесением 0,5 г почвы пленка азотобактерного типа появилась в одном случае и при внесении по 1 г почвы — в 2 колбах из 10. Следовательно, при 40 колбах с общим количеством почвы 18,5 г азотобактер обнаружился лишь в 3 случаях. Таким образом, количество клеток азотобактера составляет в данном случае 15—20 на 100 г почвы, если пренебречь возможностью его зооглейного состояния. Однако с учетом многоклеточности зооглей количество азотобактера в 1 г почвы будет исчисляться также единичными клетками. Очевидно, что роль азотобактера в обогащении этих почв азотом практически ничтожна даже в том случае, если он сохраняет здесь способность к азотфиксации. В этом отношении его роль полностью замещается деятельностью Clostridium Pasteurianum, который в тех же образцах почвы встречается в очень больших количествах.

Вырастающие на жидкой питательной безазотистой среде пленки азотобактера имеют своеобразные особенности, резко отличающие их от пленок типичного Azotobacter chroococcum, обнаруживающегося в плодородных черноземных почвах Свердловской области, получавших навозное удобрение, или в огородных почвах. Пленки азотобактера из серых лесных почв тонкие, малослизистые, легко разрывающиеся при

покачивании колб и окрашенные в своеобразный серовато-ржавый цвет. В то же время микроскопическое изучение этих пленок показало наличие обычных капсулированных клеток азотобактера и малое количество бактерий иного вида. Указанные культуральные отличия сохраняются и при последующих пересевах. Эти особенности культур азотобактера позволяют считать его своеобразной формой Az. chroococcum, приспособившейся к обитанию в серой лесной почве. Азотобактер сходного типа, дающий слабые ржавые пленки, обнаружен нами также и в дерново-подзолистых темноцветных почвах, например на полях Свердловской областной полеводческой станции Уральского филиала Института растениеводства и в других местах. Содержание азотобактера в этом типе почвы, также широко распространенном на территории Среднего Урала, несколько выше, чем в серых лесных почвах, и иногда достигает 1—2 клеток на 1 г почвы. Особенно увеличивается количество азотобактера на участках с внесением навоза, суперфосфата или извести. Если пересевать культуру азотобактера, выделенного из дерново-подзолистых почв, то иногда после 2—3 пересевов появляются более мощные слизистые пленки с темнокаштановой или коричнево-черной пигментацией, однако такие случаи встречаются редко. Форма азотобактера, выделенная из серой лесной почвы УЛТИ, обозначается в дальнейшем как А-1. Контрольной являлась типичная форма азотобактера, выделенная из огородной почвы (Свердловск), обозначаемая как А-2. Микроскопическое изучение культур азотобактера А-1 обнаружило в культуральной жидкости значительное количество подвижных клеток Cl. pasteurianum (идентификация по культурам в анаэробных условиях), дающих гранулезную реакцию, хотя выращивание велось в аэробных условиях. Это нахождение маслянокислых бактерий на безазотистых питательных средах наблюдается даже в том случае, когда питательный раствор налит слоем в 1 см, и может быть понято в свете новых данных о роли спутников Cl. Pasteurianum [10], причем пленка азотобактера выступает в этих культурах как поверхность, поглощающая кислород.

Поселяется ли азотобактер на корнях пшеницы, выращиваемой без бактеризации зерен

Известно, что условия в ризосфере существенно отличаются от особенностей окружающей почвы. В частности, иными являются здесь режим органического питания, реакция почвы, прилежащей к корням, и ее кислородный режим. Таким образом, при тех же неблагоприятных условиях, которые представляет для жизни азотобактера серая лесная почва, обстановка в ризосфере может быть более благоприятной. Для выяснения того, имеется ли азотобактер в ризосфере пшеницы, выращиваемой на серой лесной почве (опытный участок УЛТИ), была применена обычная методика раскладки корней, отмытых от почвы, на элективный декстрин-агар, а также внесение отрезков отмытых корней в жидкую питательную среду. Для исследования использованы корни пшеницы различных видов и сортов, находившихся на разных фазах роста. Для контрольных целей по той же методике исследовались корни других злаков — овса, ячменя, яровой ржи, кукурузы и проса. Чашки с корнями, разложенными по поверхности питательного студня, выдерживались при температурах 15—16° и 28—32°. Через 3—6—9 дней производился осмотр корней, отмечался характер их обрастания бактериальной слизью и велось микроскопическое изучение микрофлоры этой слизи. Известно, что при наличии азотобактера в ризосфере пшеницы при применении этой методики корни быстро обрастают коричневой слизью [14].

Для изучения были взяты следующие пшеницы: мягкие — Лютесценс 62, Гарнет, Китченер, Мильтурум 553, Диамант, Грекум Московка,

Ферругинеум Тулунка, Цезиум 111, Гостианум Прелюд. Таким образом, имелись как скороспелые, так и среднеранние и поздние сорта. Из других видов были изучены твердые пшеницы — Гордеиформе 10, Мелянопус 69, персидская пшеница — Дика Джавахетская, однозернянка. Нагорно-Карабахская, двузернянка Красноколосая Поволжская, Тургидум Кахетинская ветвистая, пшеница Тимофеева, озимая мягкая — Гостианум 237. Из других злаков обследованы корни ячменя — голозерный Фетисовский, проса — Омское 38, овса — Золотой дождь, ржи многолетней Державина, ярицы Онохойской, кукурузы Минусинской желтозерной. Перечисленные злаки были обследованы в одинаковые фазы: конец опорожнения эндосперма при прорастании, конец кущения, начало колошения, цветение, восковая спелость. Эти опыты показали, что на корнях всех изучавшихся злаков, выращивавшихся на серой лесной почве, пигментные формы азотобактера не обнаруживаются. Следовательно, если он здесь и имеется (см. далее), то при применении метода обрастания не может занять доминирующего положения среди остальных микробов. У первичных корней пшеницы, разложенных на агаровую среду и выдержанных при температуре 15—16°, в первые 3—6 дней наблюдается размножение микробов вокруг корня в виде светлосерой узкой каймы в 2—3 мм шириной. Эта «полоса обрастания» является более мощной возле толстых сочных вторичных придаточных корней. Микроскопическое изучение слизи в полосе обрастания (падающий свет, увеличение 80 и 600) обнаружило у пшениц самых различных видов довольно однообразную картину. Полоса обрастания состоит в типичном случае из 3 зон. Возле поверхности корня наблюдается слой вязкой жидкости, в которой медленно плавают различные почвенные протисты (хиломонасы, парамеции и пр.). Далее идет средняя зона мелких шариков (зона микрококков). Кое-где в зоне микрококков рассеяны колонии палочек или длинные нити стрептобацилл. По периферии проходит полоса крупных овальных, часто капсулированных клеток, собранных группами типа зооглей. Кое-где через полосу обрастания, пересекая ее от корня к периферии, проходят гифы грибов. При этом видовые или сортовые особенности пшениц существенной роли в формировании полосы обрастания не играют, хотя, например, обрастание корней твердых пшениц в фазе «конец кущения» менее мощное, чем у большинства мягких пшениц. У мягких пшениц поздние сорта имеют корни, сильнее обрастающие, чем корни скороспелых сортов. Обрастание корней злаков, относящихся к другим родам, в значительной степени зависит от толщины корня и количества находящихся в нем питательных веществ. Так, например, особенно сильно обрастают бактериальной слизью толстые, белые, сочные придаточные корни кукурузы. Отличия в самой зоне обрастания сводятся к появлению других форм протистов (овес), к уменьшению или увеличению их количества (ячмень). Изменяется соотношение мощности полос микрококков и крупных клеток. Распространение микробов по периферии корня полосами в совершенно определенном порядке напоминает те закономерности, которые наблюдаются в расселении высших растений при последовательном изменении какого-либо фактора среды, например изменение групп растений на берегу болота и т. д.

Это распределение микробов явно определяется экзоосмосом веществ из корня, причем, очевидно, формы, менее нуждающиеся в азоте, занимают самые периферические части полосы обрастания. Ввиду этого периферическая зона крупноклеточных бактерий может быть зоной азотобактера, поскольку, как указано выше, азотобактер серых лесных почв даже в мощных пленках обнаруживает лишь слабую пигментацию. Пигментные формы азотобактера не были обнаружены методом обрастания и в другие фазы, в частности в период «колошение-цветение», когда толстые вторичные корни плохо отмываются от почвы, удерживаемой на их по-

верхности в виде чехлов при помощи длинных и прочных корневых волосков. В то же время при посеве таких корней на жидкую питательную среду азотобактер обнаруживается по образованию таких же слабо пигментированных пленок, как и при посеве почвы. Сравнение посевов одинаковых количеств ризосферной и неризосферной почвы показало, что количество клеток азотобактера в ризосфере увеличено и достигает 3—6 клеток на 1 г почвы.

В опытах по обрастанию корней при более высокой температуре (28—32°) картина обрастания резко меняется. За 2—3 суток корни большинства злаков обрастают обильной слизистой массой, обычно белой и полупрозрачной, часть которой располагается вдоль корня, а часть всползает на корни или поселяется на их поверхности «островками». Слизь, обрастающая корни, имеет характерное строение в виде ряда волн, напоминающих кольца Лизеганга. Пигментация слизи не наблюдается в течение двухнедельного срока, т. е. до отмирания корней. В слизи преобладают микрококки и мелкие палочки, тогда как количество крупных капсулированных клеток сильно сокращается.

Следовательно, другие температурные условия приводят к изменению диффузии веществ из переживающего корня и соответственному изменению особенностей использования этих веществ сапрофитной микрофлорой, а также к перевесу других групп бактерий. Мощность обрастания корней при проведении опыта при одной и той же температуре резко зависит от возраста корней и является наибольшей для более молодых растений до периода цветения, тогда как корни злаков в фазе молочной спелости обрастают бактериальной слизью уже слабо. Таким образом, если азотобактер и имеется среди естественных обитателей ризосферы, то при конкуренции с другими организмами, питающимися выделениями переживающего корня, он играет второстепенную роль. В отдельном опыте было найдено, что если чашки с корнями, положенными на обрастание, обернуть в фильтровальную бумагу и закопать в рыхлую достаточно влажную почву на глубину 6—8 см, то обрастание происходит значительно скорее и соотношение микробов в зоне обрастания изменяется. Повидимому, это связано с действием летучих веществ почвенного воздуха и указывает на то, что взаимоотношения микробов в почве могут складываться иначе, чем в лабораторных опытах.

Приживаемость азотобактера на корнях пшеницы при выращивании растений из бактеризованных зерен на серой лесной почве

Культуры азотобактера А-1 и А-2 были размножены в торфе с внесением в него декстрина, фосфатов и мела, после чего препараты смешивались в равном отношении и использовались для бактеризации зерен различных сортов пшениц. Торфяной препарат содержал около 10 млн. клеток азотобактера на 1 г сухого торфа. Для заражения использовался свежий препарат в количестве, соответствующем 5 г сухого препарата на 100 г зерна. Для опыта взято 12 сортов мягких пшениц, отличающихся по скороспелости, в том числе и наиболее распространенные сорта пшениц Свердловской области. Из скороспелых сортов изучались Лютесценс Таежная, Мильтурум Ударница, Эритроспермум Тулун 29 В/06, Ферругинеум Тулунка, из среднеранних — Лютесценс 62, Мильтурум Диамант, Эритроспермум Смена, Ферругинеум Тулун 3А/32 и из поздних сортов — Лютесценс Атлэ, Мильтурум 553, Эритроспермум 98 и Грекум Московка. Кроме того, был включен сорт Кахетинская ветвистая. Полевой посев проводился на почве того же опытного участка. Обнаружение наличия азотобактера в ризосфере проводилось тем же методом обрастания. Первая проба проведена для корней растений,

находившихся в фазе «стеблевание — начало колошения» (20 июня — для скороспелых сортов и 1—5 июля — для поздних). Первичные (зародышевые) и вторичные (придаточные) корни раскладывались раздельно на агар Омелянского — Северовой, элективный для азотобактера. Для всех сортов пшениц в этой фазе на первичных корнях обнаружено мощное бактериальное обрастание в виде клейстеровидной слизи в 1—2 см шириной, которая на 3—6-й день после раскладки корней окрашивалась в коричневый цвет. На вторичных корнях, несмотря на несравненно большее количество питательных веществ в этих корнях и возможность большего количества корневых выделений, обрастание азотобактерной слизью было значительно слабее и наряду с ней наблюдалось обрастание корней плесенями. Бактериальная слизь на них пигментируется несколько интенсивнее, чем на первичных корнях, причем в различные сроки для разных сортов пшениц. На 9—10-й день опыта пигментирование слизи наблюдалось на корнях всех сортов пшениц. Таким образом, обнаруживается хорошая заселенность корней азотобактером в течение первых 40—50 дней жизни растения и определенное различие условий жизни и поведения бактерий на первичных и вторичных корнях. Каких-либо особенно резких различий в приживаемости азотобактера на корнях для отдельных сортов пшениц при условии их равнофазного сравнения не обнаружено. Лишь в некоторых случаях у ряда сортов наблюдалось обрастание корней узкими каемками более плотной слизи, окрашенной в более интенсивный коричнево-черный цвет. Кроме того, у корней молодых растений обрастание слизью азотобактера несколько меньше у поздних сортов (Мильтурум 553, Московка) по сравнению со скороспелыми. Особенно мощное обрастание наблюдается у хорошо приспособленного к серым лесным почвам сорта Мильтурум Диамант. Впрочем, эти различия могут быть связаны не столько с неодинаковым количеством клеток азотобактера на корнях этих сортов, сколько с неодинаковыми количествами корневых выделений у различных сортов и неодинаковой скоростью отмирания корней.

Вторая проба на заселенность корней пшениц азотобактером была проведена для растений, находящихся в фазе «цветение и отцветание» (для среднеранних сортов — 5 июля). Как и в случае проб первого срока, обрастание было больше у первичных корней, однако характер бактериальной слизи у них резко изменился. Основная масса слизи окрашивается в желтый цвет. Коричневая пигментация встречается в виде небольших пятен среди желтой массы или отсутствует. Замещение азотобактера формами, образующими желтый пигмент, или утрата им способности давать коричневый пигмент особенно ярко выявились у скороспелых и среднеранних сортов пшениц. Возможно, что изменение характера пигментации азотобактера связано со старением корней и изменением диффундирующих питательных веществ. Напротив, у поздних сортов участки азотобактера, образующего темный пигмент, еще прорываются на поверхность через желтую бактериальную массу. На вторичных корнях всех сортов пшениц сравнительно слабо разрастающаяся бактериальная масса окрашивается в типичный для азотобактера А-2 коричнево-черный цвет. Микроскопическое изучение желтой бактериальной слизи показало наличие клеток, не отличающихся морфологически от клеток в участках слизи, окрашенных в коричневый цвет.

Третья проба проведена в фазе зеленой спелости пшениц (для среднеранних сортов — 15 августа). Первичные корни к этому времени отмирают и при их раскладке на агаровую среду азотобактер обнаруживается лишь в виде одиночных разобщенных участков слизи. Обрастание вторичных корней буреющей слизью азотобактера наблюдалось у всех сортов, но не у всех раскладываемых корней. Количество корней, заселенных азотобактером, составляло, смотря по сорту, от 20 до 80%. При этом на многих вторичных корнях в этой фазе обнаруживается такое

же замещение типичного по пигментации азотобактера формами, образующими золотистожелтый пигмент, какое наблюдалось для первичных корней предыдущего срока анализа. Участки с коричневой пигментацией часто располагаются в основной массе желтой бактериальной слизи отдельными пятнами, а у многих корней бактериальная слизь остается окрашенной в желтый цвет до конца опыта. У более скороспелых пшениц изменение пигмента у азотобактера происходит более ускоренными темпами, но в полном соответствии с их фазами роста и изменениями обмена веществ в стареющих корнях растений. Таким образом, изменение характера пигментации у бактерий, вырастающих на поверхности корня на безазотистой среде, имеет определенную закономерность. Появление форм бактерий с желтой пигментацией начинается на первичных корнях и к периоду цветения у ряда сортов пшениц, прежде всего у скороспелых, они являются преобладающими. На вторичных корнях азотобактер, дающий темный пигмент, обнаруживается в больших количествах в период цветения и не исчезает полностью до периода восковой спелости пшениц.

В литературе имеются указания [11], что на корнях некоторых сортов пшениц, в том числе бывших в наших опытах, азотобактер не поселяется и что при посеве различных сортов пшениц на одной почве на их корнях селектируются различные расы азотобактера, отличающиеся по характеру пигментации и слизеобразования. В свете вышеизложенных фактов ясно, что эти выводы могли явиться результатом равновозрастного сравнения пшениц, находившихся при этом на разных этапах развития и без дифференциации микробов первичных и вторичных корней.

Те же сорта пшениц третьей серии опытов были проверены в те же фазы роста на наличие азотобактера на корнях контрольных растений из незараженных семян. Как и ранее, во второй серии опытов ни в одном случае по методу обрастания азотобактер, дающий коричневую или желтую пигментацию в ризосфере, обнаружен не был.

Приношу благодарность доценту Л. И. Вигорову за ценные указания при выполнении работы.

Выводы

1. Азотобактер постоянно встречается в окультуренных серых лесных почвах Свердловской области, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений, но в малом количестве, обычно не более 1—2 клеток на 1 г почвы, вследствие чего без внесения органических удобрений он не может играть существенной роли в азотном балансе этих почв. При его культивировании на жидкой безазотистой среде он образует слабые малослизистые непрочные пленки светлого сероваторжавого цвета и отличается замедленным ростом. Таким образом, в своеобразной и неблагоприятной обстановке серых лесных почв обитает своеобразная форма азотобактера.

2. На корнях различных сортов и видов пшениц и других культурных злаков, выращенных на серой лесной почве без бактеризации зерен, пигментирующийся азотобактер по методу обрастания корней не обнаруживается. В то же время в бактериальной слизи обрастания постоянно встречается зона крупных клеток, морфологически сходных с азотобактером и оттесняемая остальными бактериями на периферию. Азотобактер выявляется в ризосфере пшениц при посеве ризосферной почвы на жидкие среды. Следовательно, отсутствие пигментации при обрастании корней не является доказательством отсутствия аутохтонных форм азотобактера в ризосфере.

3. При выращивании пшеницы из зерен, зараженных смесью форм «культурного» и «аборигенного» азотобактера, выявляется преобладание на корнях «культурной» формы. Азотобактер быстро расселяется по

поверхности первичных и вторичных корней и удерживается в ризосфере пшеницы в течение всей ее жизни.

4. Среди изученных мягких пшениц не было найдено сортов, на корнях которых азотобактер не приживается. Поэтому указания о пшеницах, не могущих заражаться азотобактером, представляются неверными. Азотобактерин может использоваться для бактеризации зерен пшениц различных сортов независимо от их скороспелости и происхождения. В то же время у разных сортов пшениц при их сравнении в равные фазы вегетации имеются определенные различия в отношении количества приживающегося азотобактера и его удержания на корнях по мере старения растений. Сорта пшениц, более приспособленные к серым лесным почвам (Диамант, Московка), отличаются несколько бо́льшим обрастанием корней азотобактером.

5. Существует явная связь между состоянием азотобактера в ризосфере пшеницы и стадийным состоянием растений. На молодых первичных и переживающих вторичных корнях азотобактер образует коричневый пигмент; на корнях более старых растений наблюдается образование золотистожелтого пигмента. Изменение пигментации происходит с неодинаковой скоростью на первичных и вторичных корнях одного сорта и на корнях одного порядка разных сортов. В основе этого изменения поведения бактерий, повидимому, лежат стадийные изменения обмена веществ в корнях растений и изменения продуктов, выделяемых переживающими корнями в разном возрасте.

6. Приживаемость азотобактера определяется условиями среды и характером заражения растений. В случае серых лесных почв, бедных азотобактером, количество его в ризосфере значительно не увеличивается. В то же время азотобактер хорошо заселяет корни пшеницы на той же почве при создании его численного перевеса с начала жизни растения.

Вопрос о том, на всякой ли почве оказывается полезным для пшеницы такое поселение азотобактера и, в частности, полезно ли оно для пшеницы, выращиваемой на серой лесной почве, требует специального исследования.

Уральский лесотехнический институт
Свердловск

Получено 4.V.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев А. Л. и Воронова Л. Ф. Эффективность азотогена на почвах Омской области. Агробиология, № 1, 100, 1950.
2. Березова Е. Ф., Наумова А. Н. и Разницина Е. А. О природе действия азотогена, ДАН СССР, 18, 357, 1938.
3. Блинков Г. Н. Взаимоотношение между высшим растением и азотобактером. Тр. Томского гос. пед. ин-та. Учен. записки, вып. 1, 15, 1939.
4. Блинков Г. Н. О выделении аммиака азотобактером. Микробиология, XVI, 113, 1947.
5. Дианова Е. В. и Ворошилова А. А. Отсутствие или неактивность азотобактера в почве. Микробиология, II, 128, 1933.
6. Красильников Н. А. Микробиологические основы бактериальных удобрений Изд-во АН СССР, 1945.
7. Красильников Н. А. Микроорганизмы и плодородие почв в свете учения В. Р. Вильямса. Агробиология, № 6, 57, 1952.
8. Литвинов Л. С. и Гебгардт А. Г. Об окультуривании микрофлоры почвы. ДАН СССР, 83, 299, 1950.
9. Мишустин Е. Н. и Семенович М. И. Почвенная кислотность как фактор, определяющий появление в почве неактивного азотобактера. Микробиология, VIII, 19, 1939.
10. Работнова И. Л., Егорова В. К., Озолина Г. К. и Елецкий И. К. О некоторых особенностях физиологии Clostridium Pasteurianum. Микробиология, XXI, 429, 1952.
11. Сборник «Бактериальные удобрения». Новосибирск, 1937.
12. Сушкина Н. А. Эколого-географическое распространение азотобактера в почвах СССР. АН СССР, 1949.
13. Трибунская А. Я. Применение азотобактериальных удобрений при выращивании сеянцев древесных растений. Сб. по лесоразведению, Гослесбумиздат, 1950.
14. Шелоумова А. М. Азотоген. Сельхозгиз, 1938.

КЛУБЕНЬКОВЫЕ БАКТЕРИИ НА КОРНЯХ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ

В. Т. Украинский

Вопросы развития клубеньковых бактерий и фиксации ими азота атмосферы широко освещены в литературе.

Наши исследования по рассматриваемому вопросу были выполнены вегетационным и полевым методом. Объектами исследований были: люцерна «гибридная Зайкевича полтавская» и эспарцет посевной «полтавский 553».

Почва для вегетационных опытов бралась темнокаштановая, из-под яровой пшеницы, где на протяжении последних 10 лет не было посевов многолетних бобовых растений. Бактеризация семян производилась водной суспензией клубеньковых бактерий, которые в тот же день брались с корней люцерны и эспарцета.

Анализы растений и клубеньков из сосудов проводились в октябре, даты анализов растений в полевых опытах указаны в тексте.

Результаты вегетационных опытов сообщаются в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Влияние влажности почвы и предпосевной бактеризации семян на развитие люцерны и образование клубеньков на ее корнях

Варианты опытов	Высота растений в см	Вес сырой массы одного растения (среднее из 50)						Количество клубеньков на 1 растение
		надземных органов		корней		клубеньков		
		в г	в %	в г	в %	в г	в %	
А. При влажности почвы 30% к абсолютно сухому весу								
1. Контроль, обычные семена	24	5,00	100	6,0	100	0,17	100	38
2. Семена бактеризованные	25	5,03	106	8,0	133	0,25	147	52
Б. При влажности почвы 50%								
3. Обычные семена . . .	26	6,25	125	7,6	123	0,25	147	45
4. Семена бактеризованные	30	12,1	242	8,4	140	0,29	170	50

Из данных табл. 1 и 2 видно, что предпосевная бактеризация семян люцерны и эспарцета клубеньковыми бактериями во всех вариантах опыта, особенно при 50% влажности почвы, вызвала значительное увеличение количества и веса клубеньков, веса корневой массы и надземных органов растения. Особенно значительно влияние предпосевной бактеризации семян эспарцета на развитие растений и клубеньков. Это

Таблица 2

Влияние влажности почвы и предпосевной бактеризации семян на развитие эспарцета и образование клубеньков на его корнях

Варианты опытов	Вес сырой массы одного растения (среднее из 50)						Количество клубеньков на 1 растение
	надземных органов		корней		клубеньков		
	в г	в %	в г	в %	в г	в %	
А. При влажности почвы 30% к абсолютно сухому весу							
1. Контроль, обычные семена	2,0	100	4,0	100	0,37	100	16
2. Семена бактеризованные . .	6,8	341	7,0	175	0,77	203	72
Б. При влажности почвы 50%							
3. Обычные семена	0,8	44*	4,1	104	0,29	78	13
4. Семена бактеризованные . .	9,4	470	7,0	175	0,86	232	46

* Снижение урожая надземных органов в опыте Б-3 было вызвано преждевременным опадением значительной части листвы на растениях первого года жизни.

Таблица 3

Влияние разной влажности почвы и некоторых минеральных и органических соединений на развитие корневой системы люцерны и клубеньков на ней

Варианты опытов	Дата взятия проб	Вес в г		Вес корней в %	
		корневой массы с клубеньками	клубеньков	главных	боковых
А. При обычной влажности почвы*					
1. Контроль	9.VI	240	1,0	85	15
Б. При дополнительном увлажнении почвы **					
2. Контроль	11.VI	240	5,0	75	25
3. 0,5 кг поваренной соли на 1 м²	9.VI	242	5,0	77	23
4. 0,5 кг сахара на 1 м² . . .	9.VI	224	2,0	83	17
5. 0,5 кг 5%-ной уксусной кислоты	9.VI	210	1,0	91	9
6. 0,5 кг сернокислого магния на 1 м²	9.VI	275	2,0	71	29

* С половины апреля до половины июня от 25 до 12% к абсолютно сухому весу.

** Почва подвергалась 30 апреля орошению из расчата 40 л воды на 1 м².

полезное влияние имеет место даже при пониженной влажности почвы, в то время как у люцерны инокуляция дает эффект лишь при нормальной влажности почвы (рис. 1).

Федоров [1], выполнивший обширные исследования по биологической фиксации азота атмосферы, приходит к заключению, что наличие углеродного питания — важнейший фактор, способствующий полезной деятельности азотфиксирующих бактерий.

Учитывая это указание, мы поставили опыты с внесением в почву сахара и 5%-ной уксусной кислоты, чтобы проследить их влияние на развитие клубеньков.

Имеются разные взгляды о влиянии засоленности почвы на развитие клубеньковых бактерий на корнях бобовых растений. Чтобы убедиться в том, как влияет наличие хлористого натрия на развитие клубеньковых бактерий на корнях люцерны и эспарцета при посеве на южных черноземах, была внесена в почву поваренная соль.

Для выяснения влияния магния на развитие корневой системы люцерны и эспарцета в почву вносился сернокислый магний.

В опытах все перечисленные соединения разбавлялись водой из расчета 40 л воды на 0,5 кг каждого соединения и вносились в отдельности в почву в конце апреля, на второй год после посева трав. Растения и клубеньки анализировались на второй год после посева. Для анализов корней и клубеньков брались монолиты размером 50 × 50 см и глубиной на 70 см. В каждом монолите было около 40 кустов люцерны и эспарцета, высевавшихся весной, без покрова. Общий вес каждого монолита составлял около 200 кг. Производилась отмывка корней из монолитов, итоги анализов корневой системы и клубеньков приведены в табл. 3 и 4.

Рис. 1. Клубеньки на корнях эспарцета посевного при 50% влажности

Смесь люцерны с житняком, посеянная под покровом ячменя, без дополнительного увлажнения, 17.VI имела корневой массы в монолите 217 г, из них — 112 люцерны и 105 житняка, а вес клубеньков составил 0,5 г.

Из результатов анализов, указанных в табл. 3, видно, что только дополнительное орошение 40 л воды на 1 м² обеспечивает увеличение веса клубеньков люцерны в 5 раз по отношению к контрольным посевам на почве с естественными осадками в засушливых условиях.

Дополнительное внесение в почву сахара и уксусной кислоты не вызвало прибавки веса клубеньков в сравнении с контрольными посевами на почве с дополнительным увлажнением.

Внесение хлористого натрия, но при достаточной влажности почвы, не вызывает подавления развития клубеньковых бактерий на корнях люцерны, что важно для районов орошаемого земледелия.

Для выяснения развития клубеньковых бактерий на корнях эспарцета в полевых условиях степной зоны были выполнены такие же опыты, как и с люцерной.

Краткие итоги, полученные по этому вопросу, приведены в табл. 4. Эспарцет в смеси с житняком, при посеве под покровом ячменя на почве с обычной для засушливых условий влажностью на третий год жизни, 17.VI, имели в монолите: корневой массы 117 г, клубеньков 5,5 г; вес корней в процентах: главных 80, боковых 20.

Таблица 4

Влияние разной влажности почвы и некоторых минеральных и органических соединений на развитие корневой системы эспарцета и клубеньков на ней (пробы были взяты 9.VI)

Варианты опытов	Вес в г		Вес корней в %	
	корневой массы с клубеньками	клубеньков	главных	боковых
А. При обычной влажности почвы				
1. Контроль	237	6,0	70	30
Б. При дополнительном увлажнении почвы *				
2. Контроль	293	16,0	68	32
3. 0,5 кг поваренной соли на 1 м² . .	246	16,9	55	45
4. 0,5 кг сахара на 1 м²	205	20,0	59	41
5. 0,5 кг уксусной кислоты	288	22,0	49	51
6. 0,5 кг сернокислого магния	319	16,0	57	43

* Как и в опытах с люцерной.

Из анализа данных табл. 3 и 4 легко установить, что у эспарцета доля мелких корней бóльшая, чем у люцерны. Соприкосновение корневой системы эспарцета с почвенной массой и населяющими ее бактериями проявляется гораздо лучше, чем у люцерны. Внесение в почву растворов сахара и уксусной кислоты вызывает значительное увеличение клубеньков на корнях эспарцета в сравнении с его посевами на контрольных фонах. Вес клубеньков в таких случаях составляет до 10% общего веса корневой системы эспарцета на глубине 70 см. Такого явления не наблюдается на корневой системе люцерны.

Корневая система люцерны и эспарцета по мере старения грубеет, доля мелких корней к их общему весу в пахотном слое в это время уменьшается. На старых, огрубевших корнях клубеньков гораздо меньше, чем на молодых.

Исследования, проведенные нами, показали, что внесение в почву суперфосфата и достаточное количество влаги содействуют улучшению развития корневой системы люцерны и эспарцета, в том числе мелких боковых корешков и клубеньков.

Следует отметить, что после длительной засухи в предшествующем году, осадки текущего года не обеспечивают развития клубеньков на корнях люцерны и эспарцета до той поры, пока почва не будет иметь не менее 20—25% влажности к абсолютно сухому весу.

Клубеньки на корнях эспарцета и люцерны, произрастающих в смеси со злаковыми компонентами, также имеются лишь при благоприятных условиях влажности почвы.

В наших опытах были исследованы клубеньки для определения со-

держания в них золы, азота и фосфора. Объктами для исследований были клубеньки эспарцета, нута, чины, чечевицы и люцерны (табл. 5).

Таблица 5

Содержание в клубеньках золы, общего азота и фосфора

Виды растений и годы анализов	В % на абсолютно сухое вещество, в конце мая — начале июня		
	золы	азота общего	фосфора
Эспарцет второго года жизни, 1948	19,71	4,69	0,37
То же, 1949	25,01	5,42	0,71
Нут, 1948	13,55	6,89	0,76
Чечевица посевная, 1948	16,74	6,42	1,21
Чина посевная, 1948	17,48	8,35	0,69
Люцерна второго года жизни, 1948	—	6,80	—

Из данных табл. 5 видно, что содержание золы, азота и фосфора в клубеньках бобовых растений меняется в зависимости от окружающих условий (1949 год был засушливым) и видов растений, на корнях которых находятся клубеньки. Бактеризация в рассмотренных случаях не применялась.

Рис. 2. Клубеньки на корнях нута при разной влажности почвы. Пробы взяты в день уборки — 22. VII. 1949 г.

Слева — обычный почвенный фон (возвышенное место); справа — увлажненный почвенный фон (пониженное место)

Общий вид клубеньков на корнях нута в зависимости от влажности почвы показан на рис. 2.

Федоров [2] указывает, что примерно 75% связанного клубеньковыми бактериями азота переходит в растение, а около 25% остается в клубеньке. Таким образом, в летний период развития бобовых растений мы можем учесть в клубеньках лишь около 25% связанного бактериями азота.

Все клубеньки богаты водой; их вес в воздушно-сухом состоянии составляет около 10% от веса в свежем состоянии. Клубеньки, разви-

вающиеся на корнях люцерны и эспарцета второго года жизни на площади в 1 га, в начале июня составляют на южном черноземе следующие величины в свежем состоянии: в засушливых условиях на поле, занятом люцерной,— 40 кг, при дополнительном поливе в конце апреля из расчета 40 л воды на 1 м²— 200 кг, а в случаях с эспарцетом соответственно 240 и 660 кг.

Выводы

1. Предпосевная бактеризация семян люцерны и эспарцета клубеньковыми бактериями обеспечивает лучшее развитие растений и клубеньков.

2. Влажность почвы имеет большое значение для роста и развития бобовых растений и клубеньковых бактерий. Достаточная влажность почвы в степной зоне может быть осуществлена улучшенными приемами агротехники.

3. Предпосевная бактеризация семян эспарцета улучшает рост растений и накопление клубеньковых бактерий на его корнях в большей мере, чем у люцерны. Это связано с тем, что количество мелких корней в общей массе корневой системы эспарцета больше, чем у люцерны.

Азово-Черноморской сельскохозяйственный институт

Получено 16.II.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров М. В. Биологическая фиксация азота атмосферы. Сельхозгиз, М., 1948.
2. Федоров М. В. Клубеньковые бактерии. Сельскохозяйственная энциклопедия, 2. Гос. изд-во с.-х. литературы, М., 1951.

МИКОРИЗАЦИЯ ПОСЕВОВ ДУБА

М. В. Алесковский

Одним из неразрешенных вопросов степного лесоразведения является вопрос о микоризации гнездовых посевов дуба. Обширная литература по микотрофии и искусственному ускорению микоризообразования содержит много противоречивых положений и неправильных обобщений.

В настоящей работе мы старались выяснить некоторые биологические стороны процесса образования микоризы на корнях дуба в связи с вопросом о приживаемости грибов, вносимых с микоризной землей.

Для решения интересующих нас вопросов в 1951—1952 гг. проводились макро- и микроскопические исследования корневых мочек дуба одно- и двухлетнего возраста, а также дубов старших возрастов. Микроскопические исследования проводились на тотальных препаратах и тонких микротомных срезах. Материалом служили сеянцы дуба, выросшие на опытных грядах или полученные из разных районов право- и левобережной частей Саратовской области. Частично материал получен из смежных областей. Опыты проводились по простой схеме: с микоризацией и без нее нестерилизованными жолудями. Повторность двукратная. Для решения некоторых вопросов ставилась горшочная культура дубков на определенных почвах со стерилизацией жолудей.

При изложении результатов опытов и наблюдений мы группируем их по тем вопросам, разрешению которых они послужили, а именно: 1) «спонтанное» образование микоризы, 2) формы микориз, 3) эффективность микоризации.

О «спонтанном» образовании микоризы дуба

Часть исследователей допускала, что первоисточником микоризного гриба является сам жолудь. Согласно другим представлениям, микоризные грибы имеются в почве. Хотя ни первое, ни второе положение не опирались на прямые опыты, большинство исследователей склонялось ко второму положению. Такого же взгляда придерживался Мишустин [9]. Более поздние исследования Мишустина с сотрудниками [10, 11] показали, что при благоприятной влажности почвы микориза образуется и без дополнительного заражения.

Незадолго до выхода в свет работы Мишустина — в апреле 1951 г.— нами было поставлена горшечная культура дубков на стерилизованной и нестерилизованной почве (выщелоченный чернозем из типчаково-мелкоковыльной степи окрестностей Саратова). Жолуди освобождались от околоплодника и семенной кожуры, и зародыши последовательно обрабатывались 2%-ным раствором фенола и 4%-ным раствором формалина—по 5 минут в каждом растворе. Почва в горшках была представлена тремя вариантами: 1) упомянутая черноземная почва, простерилизованная в автоклаве при 1,5 атм. в течение двух часов; 2) та же почва нестерилизованная (контроль); 3) та же и так же стерилизованная почва, зараженная после стерилизации дубравной землей.

Корни сеянцев на стерилизованной почве (варианты 1 и 3) при заметно большем их росте не имели микоризы, а на натуральной почве (вариант 2) при более слабом росте все имели отлично выраженную

микоризу и казались совершенно седыми от белой и отчасти темной микоризы (рис. 1). В 1952 г. опыт был повторен, причем и в этом случае на стерилизованной почве сеянцы оказались более рослыми.

Из приведенного опыта явствует, что источником «спонтанной» микоризы является главным образом почва и что при подходящих условиях образование микоризы на корнях дуба идет хорошо. Как показал Клюшник [4], микоризообразующие грибы могут частично вноситься и с жолудями, хотя взятые непосредственно с дерева жолуди их не имеют.

Рис. 1. Сеянцы дуба из горшечной культуры на черноземе:
Слева — почва стерильная; посередине — нестерильная (контроль); справа — стерильная с последующим заражением почвой из дубравы

«Спонтанное» образование микоризы наблюдается и при грунтовых посевах дуба как в условиях опыта, так и в производственных его посевах. Однако образование микоризы идет неравномерно: сеянцы с микоризой располагаются гнездами. Естественно предположить, что и микоризные грибы распределены в почве так же неравномерно.

Дубы старших возрастов, выращенные в безлесных районах без микоризации, во всех случаях оказываются обеспеченными микоризой. Так, в Питерском районе, на юго-востоке Саратовской области, нами исследованы корни дубов 40-летнего возраста, выращенных на месте из жолудей — в селе Маршановке и на опушке сада в селе Агафоновке (территория овцесовхоза № 2). В литературе также имеются указания на наличие «спонтанной» микоризы у дуба старших возрастов (Лобанов [6, 7]; Зерова и Воробьев [3] и др.). Однако на данном этапе значительный интерес представляет образование «спонтанной» микоризы на корнях молодых сеянцев дуба.

В таблице приводятся данные исследования корневых систем дубовых сеянцев, выращенных с микоризацией и без нее. По отдельным вариантам опыта исследовалось от 25 до 100 сеянцев. Лишь в немногих случаях двухлетние сеянцы брались в меньшем количестве (9—13 шт.). Это имело место в тех случаях, когда в первой, пробной, партии все без исключения сеянцы имели хорошо выраженную микоризу.

Как видно из таблицы, «спонтанное» образование микоризы в той или иной мере происходит как на черноземах правобережья, так и на

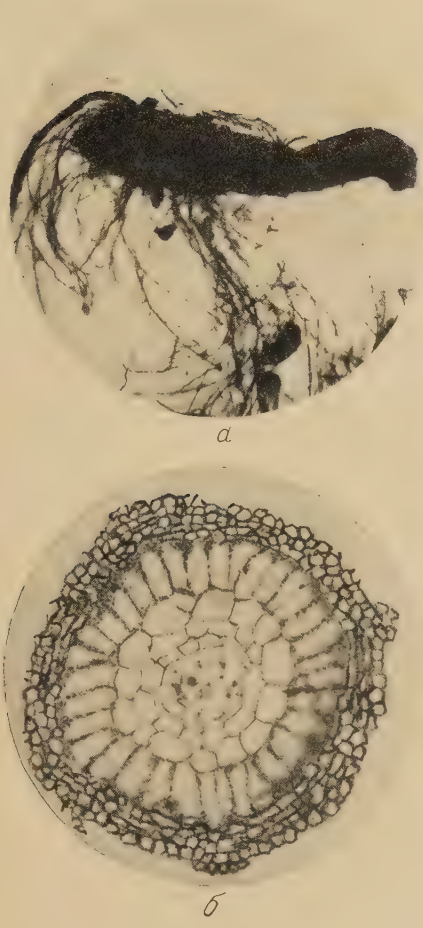

Рис. 2

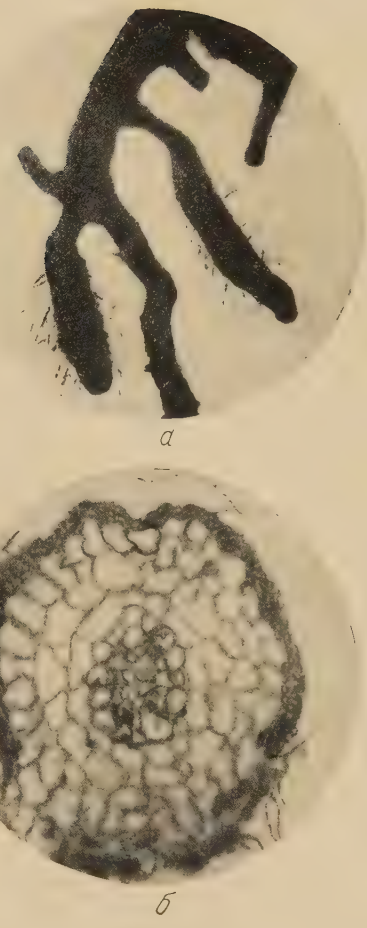

Рис. 3

Рис. 2. Общий вид (*а*) и разрез (*б*) черной микоризы — микрофотография.
Рис. 3. Общий вид (*а*) и разрез (*б*) тонковолосой микоризы — микрофотография: (*б*) — ретуширована

каштановых почвах Заволжья. Особый интерес представляет «спонтанное» образование микоризы на бурых супесчаных почвах полупустыни, в районе Нижнего Баскунчака (Богдинская лесомелиоративная станция). Образцы корней 26-летних дубов и однолеток, доставленные нам студентом-практикантом Дубровиной из этого района, имели хорошо выраженную микоризу, среди которой нами впервые обнаружена особая форма, изображенная на рис. 3.

Таким образом, вопрос о наличии в степных почвах микоризных грибов решается положительно, даже в отношении полупустыни. Утверждение же Баранея [1] об отсутствии в степных почвах соответствующих грибов не подтверждается. Как известно (Курсанов [5]), грибы встречаются во всех почвах. Повидимому, некоторые из них оказываются симбионтами дуба. Гельцер [2] констатировала образование «спонтанной» микоризы с оценкой +++100% на распаханной целине в Ростовской области.

Формы микоризных образований

Если микориза образуется и «спонтанно», то возникает вопрос об идентичности вносимых при микоризации грибов с аборигенными почвенными грибами. Это привело нас к необходимости распознавания микоризных грибов по характеру грибницы, строению грибного чехла и другим признакам. В первую очередь проводилось сравнительное изучение микоризы дуба в нагорных дубравах окрестностей Саратова и микоризы разных пунктов Саратовского Заволжья. Это было тем более интересно, что переброска микоризной земли с правобережья в Заволжье практиковалась при гнездовых посевах дуба.

Первые же исследования показали, что микроскопическое изучение микориз открывает возможность распознавания их по форме, окраске и по особенностям грибницы.

К настоящему времени нами установлено несколько форм эктотрофной микоризы — как с более широким ареалом, так и эндемического характера. Приводим краткое описание их с временными условными названиями.

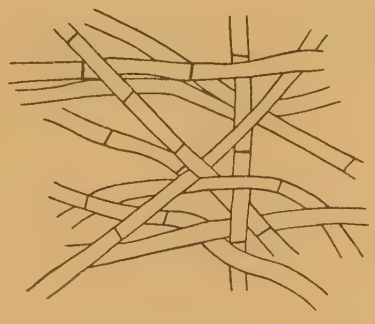

Рис. 4. Гифы черной микоризы (ув. 450 ×)

1. Белая — иногда с пепельным оттенком. Микоризные корешки почти цилиндрические, с округлой верхушкой, изредка булавовидно утолщенные. Мохнатая поверхность напоминает сделанный из ваты жгут. Чаще встречается коралловидными сгустками. Гифы членистые, бесцветные, с хорошо заметными пряжками, толщиной в 2,5μ. Мицелиальные тяжи вильчато-ветвистые, несколько утолщенные в основании развилка — от скопления пряжек. Эта форма микоризы является широко распространенной.

2. Черная — из толстых 4—4,3 μ членистых гиф без пряжек. Гифы неветвистые, фиолетово-коричневые, не образуют мицелиальных тяжей. Эта микориза одевает кончики отдельных корешков в виде волосистых непросвечивающих колпачков. Встречается в дубравах правобережья Саратовской области и ни разу не обнаружена на открытых площадях (рис. 2 и 4).

3. Коричневая — почти не просвечивает. Форма микориз цилиндрическая или слегка суживающаяся кверху, с тупой, как бы усеченной верхушкой. Гифы буроватые с бронзовым отливом. Пряжки хорошо заметные. Поверхность гладкая или шерстистая. Толщина гиф 2—2,5 μ.

Микоризы одиночные или пальчато соединенные в группы. Мицелиальные тяжи буро-коричневые, слегка косослойные. Встречается в Саратовской области — в право- и левобережье, но, повидимому, в двух вариантах (рис. 5).

4. Р ы ж а я — легко обнаруживается на отмытых и подсушенных корнях, благодаря простертым в стороны длинным, сильно ветвистым гифам толщиной в 3—4 μ. Мицелий с хорошо заметными перегородками без пряжек, ржаво-желтого цвета. Никогда не образует мицелиальных тяжей. Это — типично заволжская микориза (рис. 6).

Рис. 5. Гифы и мецелиальные тяжи коричневой микоризы (ув. 450×)

5. Р ы ж е в а т а я — войлочно-мохнатая от густой «шерсти» из длинных перепутанных гиф. Трудно отмывается от мельчайших почвенных частиц. Гифы бледножелтые, членистые, толщиной 1,5—1,8 м. Мицелиальные тяжи значительно светлее, чем у коричневой. Пока обнаружена только в правобережье (рис. 7).

6. Т о н к о в о л о с а т а я — коричнево-бурая. Микоризы тонкие цилиндрические. Поверхность шерстистая от густых, длинных, волосовидных буроватых гиф, очень тонких (1,5 м); перегородки слабо заметные, грибной чехол плотный: структура его обнаруживается на очень тонких микротомных срезах (рис. 3). Эта форма микоризы встречена пока только на

Рис. 6. Гифы рыжей микоризы (ув. 450×)

Рис. 7. Гифы рыжеватой микоризы (ув. 450×)

бурых супесчаных почвах полупустыни — в окрестностях Богдо (Нижний Баскунчак).

Следует учесть, что приведенным описанием далеко не исчерпывается разнообразие микориз в исследованных районах. Однако для решения вопроса о приживаемости грибов, вносимых с микоризной землей, достаточно знакомства с описанными сравнительно хорошо различимыми формами микориз.

Наши исследования показали, что форма микориз зависит всецело от имеющихся в данной почве грибов. Поэтому в Питерском районе на каштановых почвах, где под посев жолудей вносилась земля из дубравы окрестностей Саратова, мы «пожали» не то, что «посеяли». Саратовская черная и рыжеватая микоризы здесь не образовались, зато хорошо была представлена заволжская рыжая микориза. Не менее убедителен и следующий простой опыт. Сосуд, разделенный вертикальной перегородкой, набивался двумя различными почвами: из дубравы окрестностей Саратова и из упомянутого 40-летнего насаждения в Питерском районе. Двузародышевые жолуди помещались в этот сосуд так, что их корешки располагались по разные стороны перегородки, т. е. два сеянца из одного жолудя выращивались на разных почвах. В результате сеянцы-«близнецы» получили различный набор микориз. Черная микориза оказалась только на почве из Саратовской дубравы, а рыжая — только на «Питерской» земле.

Саратовская область с разнообразием ее природных условий оказалась весьма подходящей для доказательства эколого-географической закономерности в распределении микоризных грибов. Последние представлены формами как более широко распространенными, так и строго ограниченными определенным местообитанием.

Эффективность микоризации

Под эффективностью микоризации в данном случае понимается не влияние микоризы на рост дубовых сеянцев, а образование ее как результат внесения микоризной земли.

Для решения этого вопроса производились посевы жолудей на грядах: в правобережной части Саратовской области — на черноземе и в Заволжье — на каштановой почве. Микоризная земля бралась большей частью из дубравы окрестностей Саратова и лишь в одном случае — из-под дубов 40-летнего возраста на каштановой почве Заволжья. Данные этих опытов приводятся в таблице вместе с пояснительными примечаниями.

При определении степени развития микоризы обращалось внимание и на ее формы, что и привело к установлению определенной географической закономерности в распространении микоризообразующих грибов и к объяснению многочисленных случаев неприживаемости грибов, внесенных при микоризации. В частности, это наблюдалось при микоризации посевов дуба в Заволжье микоризной землей из дубрав правобережья.

Лобанов [6, 7] указывал, какие насаждения являются пригодными для заготовки микоризной земли, но на практике микоризную землю брали из любой дубравы. В нашем представлении такой подход к делу был неправильным, так как не учитывались особенности грибов и их поведение в новой обстановке.

Лишь в последнее время сложный процесс микоризообразования стал освещаться с биологических позиций. Опубликованные в последние годы работы советских исследователей показали на конкретных примерах эколого-географическую изменчивость микроорганизмов (Мишустин [8]; Частухин [13]; Сушкина [12] и др.). В работе Л. И. Курсанова [5] находим много примеров, иллюстрирующих взаимоотношения грибов и бактерий порядка стимуляции и антагонизма. Работы Мишустина привлекли внимание к качественному изучению микробных ценозов почвы и экологии низших организмов. Экологическая дифференциация микроорганизмов стала учитываться и при изготовлении биопрепаратов.

В наших исследованиях мы с самого начала исходили из наличия эколого-географической закономерности в распространении почвенных микоризообразующих грибов. Подтверждение этому мы получили осенью

Таблица

Микориза сеянцев дуба, выращенных с микоризацией и без нее

Почва	Местонахождение опытного участка	Год посева	Однолетки		Двухлетки		Примечание
			с микоризацией в %	без микоризации в %	с микоризацией в %	без микоризации в %	
Выщелоченный чернозем, целина	Окрестности Саратова, учебное хозяйство Саратовского с.-х. института	1951	7,0 / I	2,3 / I	94,0 / II/III	84,0 / II	Участок сухой — по краю глубокого дренирующего оврага
Та же почва старопаханная	То же	1951	2,0 / I	2,3 / I	91,7 / I*	100,0 / III	* Пониженный результат объясняется большим избытком навоза и минерального удобрения
Темнокаштановая старопаханная	Окрестности г. Энгельса, учебное хозяйство Саратовского с.-х. института	1951	9,5 / I	6,5 / I	Не сохранились**	100,0 / II**	** Вся гряда ошибочно распахана
То же	Питерский район, колхоз им. Буденного, село Агафоновка. Орошаемый лесопитомник	1951	70,0 / III	6,4 / II***	100,0 / III	100,0 / II/III	*** Посев сделан жолудями из холодного хранилища, и всходы появились на $3^1/_2$ недели позже
» »	То же	1952	46,0 / II	25,0 / I	—	—	Микоризная земля «Саратовская»
» »	» »	1952	98,0 / III	25,0 / I	—	—	Микоризная земля «Питерская» (местная)

Примечание. В знаменателе оценка микоризы: I — слабая, II — средняя, III — хорошая.

1951 г., когда было установлено своеобразие микориз на каштановых почвах Заволжья по сравнению с лесными микоризами правобережья.

Выводы

1. По характеру мицелия можно установить несколько хорошо различимых форм микоризы.

2. Источником «спонтанной» микоризы, как правило, является почва, и потому формы микоризы всецело обусловлены микофлорой данной почвы.

3. По характеру микофлоры, причастной к образованию микоризы, почвы право- и левобережной части Саратовской области значительно различаются между собой. В связи с этим некоторые формы микоризы Заволжья не встречаются в дубравах правобережья и наоборот.

4. Образование «спонтанной» микоризы идет как на черноземах, так и на каштановых почвах. Начиная с первых лет (не позднее второго

года), оно постепенно возрастает, так что дубы, выращенные на месте из жолудей, всегда образуют микоризу.

5. Наличие в степных почвах микоризообразующих грибов уменьшает значение микоризации как первоисточника заражения корней дуба грибным симбионтом.

6. Низкая эффективность микоризации часто находит свое объяснение в несоответствии почвенной среды экологии грибов, вносимых с микоризной землей. По этой причине практиковавшийся прием микоризации — внесение дубравной почвы под степные посевы жолудей — едва ли найдет себе оправдание в дальнейшем.

7. Вмешательство человека в процесс микоризообразования должно идти по двум направлениям: а) содействия спонтанному образованию микоризы путем улучшения агротехники и б) организации микоризных питомников на местном «сырье», т. е. с землей из-под дубов, растущих в сходных почвенных условиях.

8. Несмотря на широкий ареал некоторых микоризообразующих грибов, при выведении чистых культур микоризных грибов разумно будет отказаться от видимого их космополитизма и биопрепараты готовить также на местном «сырье».

Сельскохозяйственный институт
Саратов

Получено 5.V.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараней А. В. Влияние микоризы на рост и состояние дуба. Лесное хозяйство, № 6, 1939.
2. Гельцер Ф. Ю. Значение активной микоризы в питании дуба. Журн. «Лес и степь», № 11, 1952.
3. Зерова М. Я. и Воробьев Л. В. Ектотрофна микориза на деревних та чагарникових породах в умовах степу Украинской ССР. Ботанический журнал, VII, № 1, 1950.
4. Клюшник П. И. О микоризе дуба. Лесное хозяйство, № 4, 1951.
5. Курсанов Л. И. Микология. М., 1940.
6. Лобанов Н. В. Распространенность микориз главнейших древесных и кустарниковых пород и степное лесоразведение. Тр. Брянского лесохозяйственного института, V, 1951.
7. Лобанов Н. В. Микотрофность главнейших древесных пород. Агробиология, № 1, 1951.
8. Мишустин Е. Н. Эколого-географическая изменчивость почвенных бактерий. Изд. АН СССР, 1947.
9. Мишустин Е. Н. Микрофлора почвы и образование микоризы у дуба. Агробиология, № 2, 1951.
10. Мишустин Е. Н. и Пушкинская О. И. Микориза древесных растений и ее значение при полезащитных лесонасаждениях. Микробиология, XVIII, 5, 1949.
11. Мишустин Е. Н., Пушкинская С. М., Мирзоева В. А. Микронаселение почвы и образование микоризы дуба. Тр. Комплексн. экспед. по вопросам полезащитного лесоразведения, I, вып. 2, Изд-во АН СССР, 1950.
12. Сушкина Н. Н. Современные данные по экологии Azotobacter chroococcum. Микробиология, XXI, № 1, 1952.
13. Частухин В. Я. Роль грибов в процессе почвообразования. Агробиология, № 4, 1952.

О ВЫХОДЕ СПИРТА ПРИ ДРОЖЖЕВОМ БРОЖЕНИИ

IV. УСЛОВИЯ ТОРМОЖЕНИЯ ПОБОЧНЫХ РЕАКЦИЙ

Е. К. Кардо-Сысоева и В. А. Утенкова-Ранцан

В предыдущем сообщении [5] было показано, что побочными продуктами брожения, накапливающимися в ущерб спиртообразованию, являются глицерин, уксусная кислота и избыточная CO_2.

Эти продукты, как известно, образуются из сахара и в количественных соотношениях связаны уравнением так называемого «щелочного» брожения (уравнение I).

I. $1C_6H_{12}O_6 \rightarrow \underset{\text{глицерин}}{1C_3H_8O_3} + \frac{1}{2}\underset{\text{спирт}}{CH_3CH_2OH} + \frac{1}{2}\underset{\text{уксусная к-та}}{CH_3COOH} + 1CO_2$

весовое	92	23	30	44
соотношение	1	0,25	0,326	0,478

Уксусная кислота накапливается в том случае, если уксусный альдегид дисмутирует не с глицериновым альдегидом, как при нормальном брожении (уравнение II), а со второй молекулой уксусного альдегида (уравнение III).

II. $\underset{\text{уксусн. альдегид}}{CH_3CHO} + \underset{\text{глицерин. альдегид}}{CH_2OH-CHOH-CHO} \rightarrow \underset{\text{спирт}}{CH_3CH_2OH} + \underset{\text{глицерин к-та}}{CH_2OH-CHOH-COOH}$

III. $\underset{\text{уксусн. альдегид}}{2CH_3-CHO} \rightarrow \underset{\text{спирт}}{CH_3CH_2OH} + \underset{\text{уксусн. к-та}}{CH_3COOH}$

При этом 2 молекулы вновь образовавшегося из сахара глицеринового альдегида дисмутируют между собой (уравнение IV).

IV. $\underset{\text{глицерин. альдегид}}{2CH_2OH-CHOH-CHO} \rightarrow \underset{\text{глицерин}}{CH_2OH-CHOH-CH_2OH} + \underset{\text{глицерин. к-та}}{CH_2OH-CHOH-COOH}$

Глицерин стабилизируется в среде; глицериновая кислота в обоих случаях превращается далее в пировиноградную кислоту, дающую путем декарбосилирования CO_2 и уксусный альдегид; последний затем дисмутирует одним из названных выше путей. Путь превращения ацетальдегида зависит, очевидно, от соотношения активности альдегидмутазы, ведущей его дисмутацию в спирт и уксусную кислоту, и набора ферментов, обеспечивающих центральную оксидоредукцию (уравнение II) нормального спиртового брожения.

Мы уже знаем [5], что продукты побочной реакции щелочного брожения накапливаются в меньшем количестве в тех случаях, когда сбраживание сахара ведется замедленным темпом, при этом соответственно возрастает накопление спирта. Этот эффект достигается сбраживанием высоких концентраций сахара малым количеством дрожжей. Однако остается нерешенным ряд вопросов: 1) в каких коррелятивных соотношениях образуются продукты основной и побочных реакций? 2) каков удельный вес расхода сахара на размножение дрожжей? 3) возможно ли вмешательство в ход основного и побочных процессов брожения без повышения концентрации сахара, что не всегда осуществимо практически? 4) какова при этом роль применяемой расы дрожжей?

Влияние условий брожения на интенсивность побочных реакций

(Дрожжи, чистая культура, раса Томская № 7)

Всюду по 150 мл синтетической среды с глюкозой, содержащей 5% автолизата, 10% фосфатного буфера и питательные соли; pH=5,6

Условия брожения				pH бражки	Истрачено глюкозы в %	Спирт			CO_2, выход от теорет. в %	Уксусн. к-та в мг на 100 мл бражки	Глицерин в мг на 100 мл бражки	Дрожжи абс. сух. веса				Выход в г на 100 г истраченной глюкозы								
	дрожжи прессов.																CO_2							разница с выходом по глицерину (уравн. I)	
глюкоза в %	в г/л	в г на 100 г глюкозы	срок брожения в час.			в бражке в об. %	в газовой фазе в мл	выход от теорет. в %				задано в г	прирост в г	прирост в г на 1 г заданных	% новых клеток к концу брожения	спирт	всего	избыт.	уксусная к-та	глицерин	приро т сух. веса дрожжей	сумма учтенных продуктов	уксусн. к-та	избыт. CO_2
	40	200	$5^1/_2$	4,0	1,97	0,99	0,02	79,5	94,6	12,0	49,7	1,5618	0,1675	0,107	9	40,7	46,2	7,76	0,610	2,54	5,67	95,1	—0,218	+6,55
2	20	100	$8^1/_2$	4,1	1,97	1,03	0,01	82,1	92,3	7,6	—	0,7809	0,2069	0,265	20	42,0	45,0	5,16	0,386	—	7,02	—	—	—
	0,4	2	21	4,0	1,97	1,12	0,00	88,5	97,5	6,2	28,0	0,0156	0,1556	9,98	90	45,3	47,6	4,55	0,315	1,42	5,27	99,1	—0,148	+3,87
	100	100	$8^1/_2$	3,8	9,83	5,11	0,04	81,1	91,5	30,8	232,7	3,9045	0,7526	0,193	16	41,5	44,7	5,28	0,313	2,37	5,10	94,0	—0,460	+4,15
10	2	2	21	3,7	9,83	5,91	0,04	93,9	94,8	22,4	119,6	0,0781	0,5543	7,10	88	48,0	46,6	0,90	0,227	1,18	3,76	99,8	—0,158	+0,34

Коррелятивные соотношения продуктов брожения исследованы в опыте, где было проведено одновременно 10 сбраживаний глюкозы расой Томская № 7 при различных концентрациях сахара и дрожжей. Средние данные из двух параллельных представлены в табл. 1.

Происходит большой сдвиг в выходе спирта при изменении условий брожения дрожжей расы Томская № 7: с 79 до 94% от теоретически возможного, повышение выхода спирта сопровождается снижением количества глицерина, уксусной кислоты и избыточной CO_2. Но весовые соотношения между этими тремя продуктами дают отклонение от уравнения I (щелочного брожения), где за единицу принят глицерин как вещество, стабилизирующееся в среде. А именно, найденные количества уксусной кислоты во всех бражках оказались меньше теоретически возможных по глицерину. Особенно велик дефицит уксусной кислоты в брожениях с низким выходом спирта, где сумма учтенных продуктов брожения составляет только 94—95% от веса истраченного сахара. Может быть, действительно в этом случае уксусная кислота частично уплотняется в янтарную, в согласии с предположениями Гваладзе [1], либо глицерин частично накапливается в начальной, индукционной стадии брожения, не сопровождающейся образованием уксусной кислоты (уравнение V).

$$\text{V. } C_6H_{12}O_6 \rightarrow \underset{\text{глицерин}}{C_3H_8O_3} + \underset{\substack{\text{уксусн.}\\ \text{альдегид}}}{C_2H_4O} + CO_2$$

Количества избыточной CO_2[1], напротив, значительно превосходят вычисленные по глицерину.

Результаты приведенного опыта говорят о возможности достижения большей эффективности путем искусственного подавления реакции щелочного брожения, сопутствующей нормальному бродильному процессу. Критерием интенсивности этой реакции у той или иной культуры дрожжей может служит образование уксусной кислоты, так как глицерин и избыточная CO_2 образуются также и при других побочных реакциях и не имеют единого пункта воздействия для их торможения. Далее, даже в том случае, если янтарная кислота действительно образуется из уксусной, нужно принимать меры к тому, чтобы экспериментально предотвратить появление уксусной кислоты и обеспечить своевременное восстановление ацетальдегида в спирт. Наконец, хотя количество уксусной кислоты в бражке и невелико, но вместе с сопутствующими ей глицерином и CO_2 расход сахара на реакцию превышает вес уксусной кислоты в $5^1/_2$ раз, а фактически этот коэффициент в связи с дефицитом уксусной кислоты по глицерину может быть еще больше.

Теперь мы можем характеризовать различные культуры дрожжей по двум признакам: 1) интенсивности у них побочной реакции щелочного брожения и 2) возможности ее торможения при изменении условий брожения (табл. 2).

Заводские дрожжи не только накапливают значительно больше уксусной кислоты, чем чистая культура раса Томская № 7, но, кроме того, образуют ее более стойко: подавить накопление уксусной кислоты одним уменьшением концентрации задаточных дрожжей (без изменения концентрации сахара) у этой культуры оказалось невозможным.

Известно, что, уменьшая начальное количество дрожжевых клеток, мы получаем резкое увеличение коэффициента размножения дрожжей.

---

[1] Избыточная CO_2 здесь представляет собой всю CO_2, образовавшуюся не по уравнению Гей-Люссака: при вычислении ее количества сначала находили вес спирта, соответствующий укусной кислоте, по уравнению I и вычитали его из общего веса спирта. Полученный таким образом спирт перечисляли в CO_2 по уравнению Гей-Люссака; разность между весом всей CO_2 и найденной величиной считали избыточной CO_2, включающей таким образом и CO_2 щелочного брожения.

Таблица 2

Изменения в накоплении уксусной кислоты у разных культур дрожжей при снижении их концентрации

(Среда: 2,50% глюкозы, питательные соли и автолизат)

Культура дрожжей	Концентрация задаточных дрожжей в г/л	Срок брожения в час.	Выход спирта от теоретич. в %	Выход уксусной к-ты в % от истрач. глюкозы
Чистая культура раса Томская № 7 с мелассы	20	8	82,1	0,39
	0,4	21	88,5	0,31
Заводские гидролизные дрожжи	25	8	85,5	1,71
	0,5	20	86,8	1,75

Таблица 3

Влияние динитрофенола на ход брожения

(Среда: глюкоза 2,50%; pH = 4,9; дрожжи заводские 25 г/л)

Прибавлен ДНФ	Срок брожения в час.	pH бражки	Спирт в об. %	В г на 100 г истраченного сахара						
				уксусная к-та	спирт			разложено сахара		Прирост сухого веса дрожжей
					всего	по уравнению спирт. брожения	по уравнению щелочного брожения	по уравнению спирт. брожения	по уравнению щелочного брожения	
Контроль	7	4,4	1,35	1,60	42,85	41,62	1,23	81,38	9,60	4,62
$5 \cdot 10^{-4}$ М	7	4,6	1,47	1,02	46,66	45,87	0,79	89,69	6,18	0,00
Разница								+8,31	—3,42	—4,62

Таблица 4

Динамика накопления уксусной кислоты при сбраживании глюкозы заводскими дрожжами

Часы от начала брожения	Истрачено глюкозы в %	Спирт в об. %	Уксусная к-та в мг на 100 мл	Уксусный альдегид в мг на 100 мл	Спирт „из гликогена" в об. %
2	1,48	0,80	66,6	4,2	0,01
4	2,48	1,34	45,0	—	—
6	2,48	1,35	48,0	1,2	0,01
8	2,48	1,37	51,0	—	0,01
10	2,48	1,37	48,6	4,1	0,01
15	2,48	1,37	42,4	—	—

Существует ли у заводских дрожжей какая-либо генетическая связь между реакцией щелочного брожения и биосинтезом клеток?

В опыте, представленном на табл. 3, проведено чисто ферментативное брожение, т. е. с выключением функции размножения, без нарушения целостности клеток и локализации энзимов в присутствии динитрофенола в качестве ассимиляторного яда.

Интересно, что динитрофенол одновременно подавил и биосинтез дрожжей, и накопление уксусной кислоты. Количественно экономия сахара за счет снятия этих процессов точно уравновешена переводом системы реакций на путь нормального спиртового брожения: выход спирта повышен с 81 до 90% от теоретически возможного.

В приведенном опыте вычисления разложения сахара по различным уравнениям сделаны с тем расчетом, что образовавшаяся уксусная кислота стабилизируется в бражке. Для того чтобы определить размеры возможных превращений уксусной кислоты по ходу брожения, исследовали динамику ее накопления у заводских дрожжей (табл. 4).

В начале брожения, пока есть несброженный сахар, наблюдается несколько большее содержание уксусной кислоты, чем к моменту расхода всего сахара; но после этого концентрация уксусной кислоты устойчиво держится почти на одном уровне (40—50 мг на 100 мл); последующее накопление спирта не компенсируется ни расходом уксусной кислоты, ни возможным образованием спирта из гликогена дрожжей: предусмотрев эту последнюю возможность, мы отбирали среднюю пробу бродильной смеси в каждый испытуемый срок и, отцентрифугировав и промыв дрожжи, оставляли их на 6 часов в том же объеме воды при 30°. Количества накопленного спирта лежали в пределах точности анализа. Стабилизации уксусного альдегида в среде не наблюдается. Поэтому восстановление уксусной кислоты в процессе брожения представляется мало вероятным.

Далее, сделана попытка воздействовать на реакцию щелочного брожения самим продуктом этой реакции, т .е. уксусной кислотой, в расчете на то, что избыток ионов уксусной кислоты в среде окажет более мощное тормозящее действие на реакцию образования уксусной кислоты, чем изменение длительности брожения, в силу подчинения исследуемой ферментативной реакции общехимическому закону действующих масс. В некоторых опытах уксусную кислоту до брожения нейтрализовали известью до указанного pH (табл. 5).

При внесении ионов уксусной кислоты в среду резко повышается выход спирта и прекращается накопление уксусной кислоты; ее небольшой расход количественно не компенсирует значительного прироста спирта; получаемый результат не зависит от нейтрализации вносимой уксусной кислоты; следовательно, здесь происходит не восстановление уксусной кислоты, а сдвиг равновесия обычной ионной реакции.

Теперь становится ясным, почему, подводя баланс продуктов при сбраживании древесного гидролизата, мы не наблюдали новообразования уксусной кислоты [5]: гидролизат содержит 150—250 мг % преформированной уксусной кислоты. Уточнив методику учета уксусной кислоты в гидролизате и определяя ее раздельно от муравьиной (сжиганием муравьиной кислоты хромовой смесью и вторичной отгонкой), мы нашли, что по ходу брожения количество уксусной кислоты меняется незначительно, так же как и в синтетической среде с глюкозой, давая небольшое повышение в самом начале брожения; но концентрация исходной муравьиной кислоты в гидролизате при брожении резко падает. Дополнительное прибавление к гидролизату 0,4% уксусной кислоты вызвало, как и следовало ожидать, конечный расход уксусной кислоты и значительное приращение выхода спирта, также не компенсируемое количественно расходом кислоты. Накопление альдегидов, как и в среде с глюкозой, ничтожно. Описанные опыты приведены в табл. 6.

Таблица 5

Влияние прибавленной уксусной кислоты на брожение

(Дрожжи заводские 20 г/л)

Опыт	Прибавлено уксусной к-ты в мг на 100 мл среды	pH		Спирт		Уксусная к-та в мг на 100 мл бражки	
		среды	бражки	в об. %	выход от теоретич. в %	найдено в бражке	накопление (+) и расход (—)
I 2,45% глюкозы	236 без нейтрализации	4,9 3,7	4,1 3,8	1,35 1,42	85,5 90,0	42 224	+42 —12
II 2,50% глюкозы	246 без нейтрализации	5,0 3,7	4,1 3,8	1,36 1,42	84,7 88,5	42 235	+42 —11
	246 с нейтрализацией	5,0	4,4	1,47*	91,3	248	+ 2

* В этой бражке найдено 0,65 мг % уксусного альдегида.

Таблица 6

Влияние уксусной кислоты на сбраживание гидролизата древесины

(Заводские дрожжи 20 г/л)

Прибавлено уксусной к-ты в среду в мг на 100 мл бражки	Часы от начала брожения	РВ* в %	Спирт в об. %	Летучие к-ты в мг на 100 мл бражки		Альдегиды в мг на 100 мл бражки	
				уксусная	муравьиная	уксусный	муравьиный
	0	3,17	—	188	105	—	—
	0,5	2,73	0,00	208	77	5,9	0,5
	1	2,39	0,33	191	80	4,2	0,8
	3	—	0,94	194	65	1,6	0,4
	6	0,94	1,23	203	53	1,1	0,8
	10	0,81	1,26	189	47	1,5	1,0
	24	0,78	1,28	182	51	1,4	2,0
417	0	3,17	—	605	105	—	—
С нейтрализацией до исходн. pH = 4,6	6	0,89	1,25	572	42	2,0	0,5
	24	0,79	1,37	583	42	2,1	0,0

* РВ — редуцирующие вещества.

Содержание истинного сбраживаемого сахара в данном гидролизате, определенное по глюкозному методу [2], составляет 2,34%; следовательно, конечный выход спирта под влиянием внесенной уксусной кислоты повышен с 84,7 до 90,8% от теоретического.

Обсуждение результатов

Замедление процесса брожения вызывает повышение выхода спирта. Если это замедление достигается снижением количества задаточных дрожжей, то резко возрастает интенсивность размножения клеток, но величина прироста при расчете на единицу веса сброженного сахара остается почти без изменений. Процесс усиленного новообразования клеток не только не препятствует приближению хода брожения к идеальному уравнению, но сопутствует ему, не требуя увеличения расхода сахара на биосинтез.

Попытка разобраться во всем комплексе биохимических превращений, сопровождающих спиртовое брожение, неизбежно ведет к расчленению их на отдельные процессы. Так, благодаря практически полному сведению баланса брожения (табл. 1, нижняя строка) оказалось возможным вычислить расход сахара: 1) на спиртовое брожение по уравнению, 2) на щелочное брожение (расчет по уксусной кислоте), 3) на индукционную фазу брожения (расчет по избыточному глицерину против щелочного брожения).

Найден расход сахара в граммах (на 100 г сброженного).

Спиртовое брожение	93,58 г	45,74 г CO_2
Щелочное брожение	1,36 г	0,33 г CO_2
Индукционная фаза	0,94 г	0,23 г CO_2
Сумма	95,88 г	46,30 г CO_2

Кроме того, в опыте получено 3,76 г сухого веса прироста дрожжей, что в сумме с сахаром, разложенным вышеозначенными путями, составит 99,64 г (на 100 г израсходованной глюкозы). Углекислоты выделено всего 46,6 г. Если допустить, что биосинтез дрожжей связан с особым выделением CO_2, то на его долю по расчету пришлось бы только 0,30 г CO_2, т. е. 8% от прироста. Введя в привес дрожжей поправку на содержание в нем азота и зольных элементов, можно принять, что в анаэробных условиях на построение 1 г сухого веса дрожжей расходуется не более 1 г сахара. Поэтому нельзя считать рациональным стремление к сокращению размножения дрожжей при брожении в целях повышения выхода спирта, особенно в непрерывном производственном процессе, где регенерация дрожжей необходима для поддержания всей их массы в активном состоянии. В аэробных же условиях, по теории Финка, вес выделеной CO_2 составляет 83% от прироста дрожжей, а практически обычно получают еще бóльшие величины. Здесь размножение дрожжей является ведущим процессом, а реакции образования спирта, кислот и пр. считаются побочными. Несмотря на многочисленные исследования, в этих условиях генезис углекислоты не установлен: ее углерод, разумеется, происходит из сахара; но ее кислород может иметь своим источником либо сахар (и тогда кислород воздуха служит акцептором активного водорода начальных стадий брожения, предшествующих биосинтезу), либо молекулярный кислород воздуха (и тогда CO_2 является продуктом дыхания как самостоятельного процесса). Еще менее ясен процесс анаэробного размножения дрожжей, сопутствующий спиртовому брожению. Мы склонны думать, что здесь нет двух отдельных процессов (брожения и размножения), с присущими каждому из них своими побочными реакциями, но что оба они вливаются в единый и нераздельный метаболизм с общей энергетической базой. Действительно, в опыте с динитрофенолом (табл. 3) подавление биосинтеза дрожжевых клеток вызвало одновременное нарушение процесса щелочного брожения.

В свете этих фактов встает вопрос большого общебилогического зна-

чения: каким образом двумя различными путями, с различным химизмом биосинтеза (в зависимости от аэрации) может быть построена одна и та же дрожжевая клетка? Разумеется, клетки, развившиеся в аэробных и анаэробных условиях, носят различные функционально-морфологические особенности [4], но нам пока неизвестны случаи невозможности обратной перестройки организма при последующем изменении условий воспитания.

Как объяснить механизм влияния условий брожения на ход процесса и различия в этом влиянии различных культур дрожжей?

Мы знаем, что, согласно общим законам ферментативных реакций, скорость брожения практически пропорциональна количеству дрожжей и (в известных пределах) не зависит от концентрации субстрата. Наряду с этим в конце брожения, когда количество дрожжей увеличено благодаря их приросту, скорость дображивания резко снижается. Очевидно, здесь идут замедленные конечные перегруппировки промежуточных продуктов, дающие в итоге спирт. При быстром сбраживании сахара большим количеством дрожжей какая-либо из промежуточных реакций, имеющая наименьшую скорость, не успевает пройти и в результате снижается выход спирта: промежуточные продукты перехватываются и вовлекаются в побочные реакции, если скорость последних велика.

Скорость размножения дрожжей не подчиняется приведенному выше закону, так как клетки нарастают в геометрической прогрессии, пока в бражке имеется сахар. Кроме того, при лабораторном брожении проходит известный срок до начала почкования клеток. В связи со сказанным понятно, что при брожении с большим количеством дрожжей сахар будет израсходован на брожение раньше, чем успеет образоваться значительный прирост на единицу веса исходных дрожжей. При сбраживании сахара небольшим количеством дрожжей, напротив, размножение «обгоняет» брожение, которое, начиная с известного момента, ведется вновь наросшими молодыми клетками.

Отсутствие повышения выхода спирта при общем замедлении брожения у какой-либо культуры дрожжей должно означать, что у нее скорость реакции, осуществляющей вовлечение промежуточных продуктов брожения в побочный процесс, превышает скорость реакций, ведущих дальнейшее превращение тех же продуктов по пути нормального спиртового брожения. Показана биохимическая сущность адаптации культуры дрожжей Томская № 7 к гидролизной среде за период многолетнего пребывания в цехе. Так, заводские гидролизные дрожжи, как было нами показано в сообщении II [3], характеризуются по сравнению с исходной культурой расы Томская № 7 более деятельной дегидразой, участвующей в осуществлении перескока активного водорода с фосфоглицеринового альдегида на ацетальдегид, т. е. в центральной оксидоредукции нормального спиртового брожения. Наряду с этим заводские дрожжи обладают еще более активной и устойчивой альдегидмутазой, ведущей дисмутацию ацетальдегида в спирт и уксусную кислоту. Для целей повышения выхода спирта нужно упрочить активность дегидраз, но затормозить деятельность альдегидмутазы. Экспериментально показано, что уже однократным, простым воздействием достигается значительный сдвиг в выходе спирта, всегда с соответствующим затормаживанием побочной реакции щелочного брожения, хотя в этом случае следует говорить не о наследственном изменении активности ферментативных систем, а о нахождении условий, в которых присущая данным дрожжам активность энзима может быть проявлена или подавлена.

Но биохимическое раскрытие наиболее пластичной побочной реакции, идущей в ущерб спиртообразованию и нахождению пункта воздействия на дрожжевую клетку открывают дальнейшие возможности по переделке культур путем их направленного воспитания и наследственного закрепления приобретенных свойств.

Выводы

1. Реакция щелочного брожения, ведущая к образованию уксусной кислоты, глицерина и избыточной CO_2, признана той побочной реакцией при спиртовом брожении, торможение которой обуславливает повышение выхода спирта. Подавление этой реакции у дрожжей расы Томская № 7 легко достигается путем замедления процесса брожения и сопровождается сдвигом в выходе спирта с 79 до 94% от теоретически возможного.

У заводских гидролизных дрожжей эта реакция более интенсивна и менее пластична; наряду с высокоактивной дегидразой, обеспечивающей спиртонакопление на стадии центральной оксидоредукции, они обладают еще более деятельной альдегидмутазой, отклоняющей процесс в сторону побочной реакции щелочного брожения.

2. У заводских дрожжей можно вызвать высокое спиртонакопление (до 91—92% от теоретически возможного) даже в среде с малыми концентрациями сахара путем внесения избытка ионов уксусной кислоты; при этом торможение побочной реакции щелочного брожения обуславливается установлением ионного равновесия, согласно закону действующих масс.

Всесоюзный научно-исследовательский институт гидролизной и сульфитно-спиртовой промышленности
Ленинград

Получено 26.VII.1952 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гваладзе В. Корреляция между продуктами алкогольного брожения. Изд. Закавк. ин-та виногр. и винод., Тбилиси, 1936.
2. Кардо-Сысоева Е. К. и Утенкова-Ранцан В. А. О выходе спирта при дрожжевом брожении. I. Учет фактического выхода спирта при сбраживании древесных гидролизатов. Микробиология, XII, 551, 1953.
3. Кардо-Сысоева Е. К. и Утенкова-Ранцан В. А. О выходе спирта при дрожжевом брожении. II. Значение расы и условий воспитания дрожжей. Микробиология, XXII, 682, 1952.
4. Мейсель М. Функциональная морфология дрожжевых организмов. М., 1950—51.
5. Утенкова-Ранцан В. А. О выходе спирта при дрожжевом брожении. III. Влияние условий брожения на баланс продуктов. Микробиология, XXIII, вып. 1, 64, 1954.

О ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДРОЖЖЕЙ В ПРИСУТСТВИИ ПРОДУКТОВ РАСЩЕПЛЕНИЯ БЕЛКОВ

А. Г. Забродский и *С. С. Лещинская*

В предыдущей работе [1] отмечено ускорение спиртового брожения продуктами распада белков. Этим и объясняется, что порченое зерно, подвергавшееся самосогреванию и плесневению, сбраживается интенсивнее, чем нормальное зерно, белковые вещества которого не подверглись воздействию ферментов. По этой причине более энергичное сбраживание наблюдается и в том случае, когда кукурузное зерно разваривается при давлении 5 атм., при таких условиях продукты гидролитического расщепления белков образуются в заметных количествах.

Чтобы дополнить указанные факты, приводим данные микробиологических наблюдений, характеризующих состояние дрожжей в средах, обогащенных аминокислотами.

Материалом для опытов послужило нормальное и дефектное зерно кукурузы. После измельчения и разваривания в автоклаве из кукурузы и зеленого солода приготовлялся затор, который сбраживался дрожжами XII расы, культивируемыми на сусле из нормальной кукурузы. Отцентрифугированные и промытые дрожжи вносились в затор, сбраживание которого продолжалось трое суток при 28—30°.

Наблюдения позволили установить следующее.

Спустя 12—16 часов от начала брожения у дрожжевых клеток довольно отчетливо появлялись признаки старения, обычно свойственные дрожжам в возрасте 48 часов, а именно: плотная оболочка, крупные вакуоли, сильно зернистая протоплазма, наличие плазмолизированных клеток и большой процент мертвых. Наряду с этим нередко в поле зрения встречались сильно увеличенные в размерах гигантские клетки.

В заторах из нормальной кукурузы, развариваемой под давлением не свыше 3—4 атм., сбраживаемых в тех же условиях, дрожжевые клетки имели нормальный вид и преждевременного старения у них не наблюдалось (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика дрожжей в конце брожения

Сбраживаемое зерно	Клеток в 1 мл в млн.	Мертвых клеток в %	Морфологические особенности
Кукуруза нормальная	130,8	6	Дрожжи нормальные
Кукуруза дефектная IV степени	120,2	18	Клетки сильно зернистые, с признаками старых; гликогена нет
Кукуруза нормальная 50% + кукуруза дефектная 50%	122,0	20	Много старых плазмолизированных клеток; гликогена нет

Размножение дрожжей на дефектном сырье происходило быстрее: через 6 часов число клеток в 1 мл среды равнялось в среднем 63 млн.

против 41 млн. в контроле. Процесс размножения заканчивался в основном через 18 часов. Общее же количество клеток в конце брожения для нормального и дефектного сырья отличалось мало и, как правило, достигало 125—130 млн. в 1 мл сбродившего затора.

Отмирание дрожжевых клеток на дефектном сырье было также более интенсивным: через 18—24 часа брожения оно составляло 2—4%, через 48 часов — 5—7% и через 72 часа — 15—20% и больше против 2—6% в контроле. Через 96 часов разница в количестве мертвых дрожжей была еще больше (рис. 1).

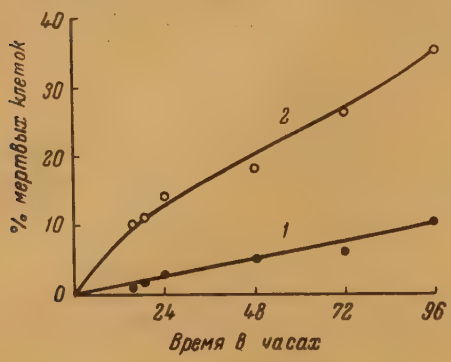

Рис. 1. Отмирание дрожжевых клеток в заторе

1 —из нормального зерна и *2*—из дефектного зерна

В приведенных опытах заторы сбраживались дрожжами от одной разводки из пробирки. Представляло также интерес установить состояние дрожжей при многократном культивировании их на дефектном сырье. С этой целью их ежедневно пересевали в сусло, приготовленное из кукурузы IV степени дефектности. Через 14 пересевов проверили свойства дрожжей, сбраживая ими заторы из нормального и дефектного зерна (табл. 2).

Наблюдения показали, что по качественной характеристике дрожжи 14-го пересева на дефектном сырье не отличались от дрожжей однократного пересева на том же сырье. Состояние дрожжей для здоровой непорченной кукурузы было аналогичным ранее описанному. В заторе из дефектного зерна размножение и отмирание дрожжевых клеток протекали быстрее.

Таблица 2

Характеристика дрожжей однократного и многократного пересевов на дефектном сырье

Время наблюдения от начала брожения в часах	Нормальное зерно				Дефектное зерно			
	1 пересев		14 пересевов		1 пересев		14 пересевов	
	клеток в млн.	мертвых в %	клеток в млн.	мертвых в %	клеток в млн.	мертвых в %	клеток в млн.	мертвых в %
0	6,4	0	5,2	0	4,9	0	5,8	0
6	41,1	0	45,0	0	63,1	0	64,2	0
18	124,3	0	134,6	2	131,2	4	139,5	4
24	142,0	1	137,5	2	150,4	5	149,5	4
48	143,4	3	139,2	4	151,0	8	150,2	8
72	144,0	6	143,5	7	150,0	18	147,1	21

Важным, однако, является то обстоятельство, что и при однократном и многократном культивировании дрожжей на дефектной кукурузе энергия их была не только не меньше, а, наоборот, больше, подтверждением чего служат кривые брожения, приведенные на рис. 2.

Одной из главных особенностей дефектного зерна является наличие в нем меланоидиновых веществ, образующихся в результате конденсации сахаров и аминокислот и придающих ему темнокоричневую окраску (3,4). В процессе тепловой обработки зерна количество меланоидиновых соеди-

нений значительно возрастает [2]. Их образование находится в прямой зависимости от содержания в зерне воднорастворимого азота. Естественно, что в нормальном зерне, содержащем в 2—3 раза меньшее количество воднорастворимых азотистых веществ, процесс меланоидинообразования происходит гораздо слабее, чем в дефектном зерне. И лишь при длительном воздействии высокой температуры (150—160°), когда гидролитическое расщепление белков становится заметным, в нормальном зерне также образуются продукты конденсации сахаров с аминокислотами реакции, придающие разваренной массе темную окраску, какая обычно свойственна дефектному зерну.

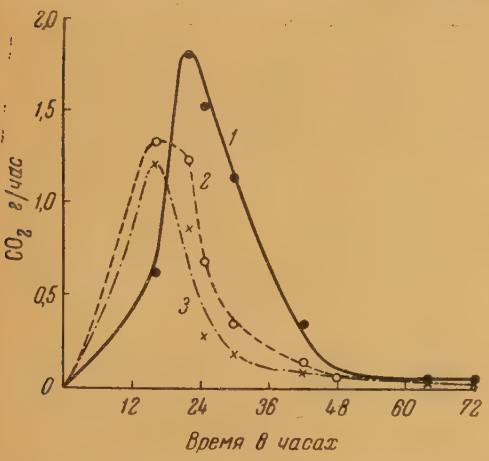

Рис. 2. Интенсивность сбраживания заторов
1 — нормальная кукуруза; *2* — 70% нормальный + 30% дефектной; *3* — дефектная IV степени

В этой связи возникло предположение о том, что, может быть, продукты меланоидинообразования и являются теми веществами, которые стимулируют брожение и влияют на физиологическое состояние дрожжей, о котором говорилось выше. Поэтому все последующие микробиологические наблюдения относились к опытам, выясняющим влияние на дрожжи продуктов реакции сахаров с аминокислотами.

Для этой цели к кукурузной муке перед развариванием под давлением в 4,5 атм. добавлялись аминокислота и сахар или же эти вещества накапливались в результате ферментативного расщепления белков и крахмала, что достигалось выдерживанием водной болтушки муки при 45° в течение 90 минут. После этого мука подвергалась 75-минутной тепловой обработке при 155° для накопления меланоидиновых веществ.

Результаты этих опытов показали, что дрожжи в присутствии меланоидинов быстрее размножаются, скорее стареют и раньше отмирают. В этом отношении они ведут себя так же, как и в заторе из дефектной кукурузы (табл. 3).

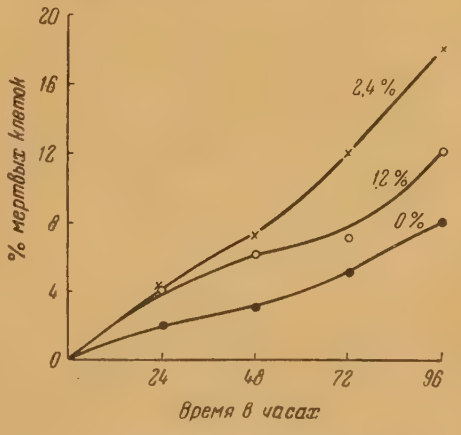

Рис. 3. Отмирание дрожжей в присутствии меланоидинов

Далее был поставлен опыт с прибавлением меланоидиновых веществ непосредственно к сладкому затору, перед внесением в него дрожжей. Для получения меланоидинов гликокол и глюкоза смешивались в эквимолекулярных соотношениях с небольшим количеством воды и нагревались на кипящей водяной бане в течение пяти часов, пока жидкость не приобрела густую консистенцию и черную, как смола, окраску. При добавлении к затору 1,2 и 2,4% приготовленного таким путем продукта количество мертвых клеток с 8% в контроле увеличилось до 12—18% (рис. 3).

Полученные результаты дают основание предполагать, что ускорение

Таблица 3

Особенности дрожжевых клеток, культивируемых в присутствии продуктов меланоидинообразования

Сбраживаемый продукт	Клеток в 1 мл в млн.	Мертвых клеток в %	Морфологические особенности
Опыт 1			
Кукуруза нормальная	127,2	3	Клетки нормальные
То же, ферментированная при 45° .	122,0	13	Много старых, зернистых, раздутых клеток
Кукуруза дефектная IV степени . .	123,6	16	Клетки старые и угнетенные
Опыт 2			
Кукуруза нормальная	125,6	2	Клетки обычные
То же + 0,5% гликокола (перед развариванием)	130,0	16	Много старых, мертвых и плазмолизированных клеток
То же + 1% гликокола	125,6	28	То же
То же + 0,5% глюкозы (перед развариванием)	113,4	30	„ „
То же + 1% глюкозы	122,0	40	„ „
То же + 0,5% гликокола + 0,5% глюкозы	123,6	29	„ „

брожения в присутствии меланоидинов обусловлено свободными остатками аминных групп, не прореагировавших с сахаром при нагревании.

При культивировании дрожжей в среде, богатой продуктами распада белков, происходит интенсификация жизненных процессов клеток, что и приводит к раннему их старению. Поэтому у молодых по возрасту клеток и наблюдались признаки, свойственные старым дрожжам.

Быстрое старение дрожжей, повидимому, является также следствием более интенсивного сбраживания сахара, что наблюдается во всех опытах, где параллельно сбраживались заторы из дефектной и нормальной кукурузы. Там, где убыль сахара и накопление спирта происходит быстрее, дрожжи, естественно, скорее стареют и отмирают, что не наблюдается для нормальной кукурузы, медленнее сбраживаемой по сравнению с дефектной. Поэтому не исключена вероятность того, что скорость сбраживания имеет здесь не меньшее значение, чем физиологическое воздействие аминокислот на дрожжи.

Выводы

Изучались морфологические особенности дрожжей, культивируемых в заторе из дефектного зерна. При этом установлено, что в этих условиях дрожжевые клетки быстрее размножаются, энергичнее сбраживают сахар, скорее созревают и раньше отмирают по сравнению с тем, что наблюдается в средах, бедных продуктами распада белков.

Киевский филиал
Всесоюзного научно-исследовательского
института спиртовой промышленности

Получено 7.XII.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забродский А. Г. и Кордюкова Н. С. Ускорение спиртового брожения продуктами распада белков. Микробиология, XIII, вып. 1, 1954.
2. Забродский А. Г. и Положишник А. Ф. Меланоидинообразование в процессе тепловой обработки зерна. Биохимия. 17, вып. 6, 1952.
3. Кретович В. Л. Физиолого-биохимические основы хранения зерна. Изд-во АН СССР, М., 1945.
4. Мишустин Е. Н. и Подъяпольская О. П. Процесс гумусообразования и роль в нем микроорганизмов. Микробиология, VII, вып. 2, 1938.

О РАСЩЕПЛЕНИИ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТЕНИЙ ФЕРМЕНТАМИ МИКРООРГАНИЗМОВ

Т. К. Гапоненков

В настоящее время можно считать доказанным, что важнейшие процессы биосинтеза и распада органических веществ в растениях носят ферментативный характер [3, 4].

Ферментативные воздействия на пектиновые вещества многочисленны и разнообразны. Процессы мочки льна, ферментации табаков, изменения плодов и овощей при хранении, получение вин, фруктовых соков, а также, повидимому, процессы биосинтеза и распада пектиновых веществ в растительном организме в большей или меньшей мере связаны с превращениями, которые претерпевают пектиновые вещества под влиянием тех или иных ферментов [1, 5].

Шишелова [8] показала, что одним из факторов, влияющих на вирулентность возбудителей бактериоза у растений, является наличие у организмов пектиноразлагающих ферментов.

Новотельнов и Деева [2] изучали действие пектиназы на водный раствор пектина и показали, что оно прежде всего проявляется в изменении коллоидного состояния системы, а затем идет разложение вплоть до образования галактуроновой кислоты.

Рудаков [6, 7] в своих работах высказывает мысль, что при образовании гумуса в почве особое значение имеют уроновые кислоты, получающиеся при распаде пектиновых веществ растительных остатков.

Отмечается зависимость между наличием пектиноразлагающих ферментов и способностью микроорганизмов поражать растительные ткани. Иначе говоря, микроорганизмы, обладающие пектиноразлагающими ферментами, могут в той или иной мере поражать растение.

Эти данные представляют большой теоретический и практический интерес.

В связи с этим нами предпринято настоящее исследование. В своей работе мы пытались выяснить условия расщепления воднорастворимого пектина, протопектина мякоти корня сахарной свеклы первого года жизни и корня высадка, а также проследить за движением зольных элементов и подойти к выяснению состава протопектина.

Для этой цели мы воспользовались пектиноразлагающими ферментами, образуемыми культурой Aspergillus niger.

Препарат пектиназы получен путем выращивания Asp. niger на автоклавированной мякоти корня сахарной свеклы с минеральной питательной смесью по методике, описанной Новотельновым и Деевой [2].

Активность фермента определялась путем изменения вязкости гидрозолей воднорастворимого пектина сахарной свеклы в цитратном буфере при pH = 4,2 при температуре 40°.

Вначале мы провели ряд опытов по ферментативному расщеплению пектина сахарной свеклы в зависимости от температуры и продолжительности ферментации при pH = 4,2 и концентрации фермента 0,2 г на 100 мл раствора.

Вязкость определялась вискозиметром Оствальда. Изменение вязкости выражалось в процентах от первоначальной. Полученные данные изображены на рис. 1.

Как видно, падение вязкости свекловичного пектина под действием фермента происходит в очень короткое время. По прошествии двух часов ферментации при 0° вязкость уменьшается на 10%, при 20° — на 30%, при 40° — на 50%, при 60° — на 40% от первоначальной.

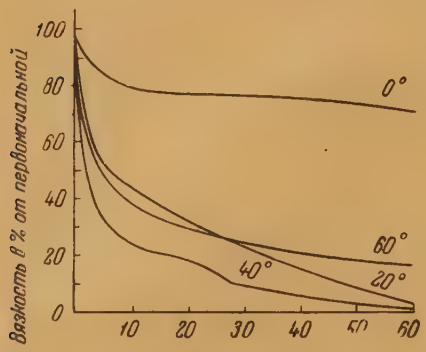

Рис. 1. Изменение вязкости 3% гидрозоля пектина под влиянием пектиназы, в зависимости от времени и температуры ферментации

Затем идет дальнейшее падение вязкости с различной скоростью в зависимости от температуры ферментации. Наиболее медленно идет падение вязкости при 0° и наиболее быстро при 40°.

Резкое падение вязкости в первоначальный период и более медленное в последующий период ферментации указывает нам на сложность процесса ферментативного расщепления пектина.

Затем нами проведены опыты по расщеплению протопектина мякоти корня сахарной свеклы первого года жизни и мякоти корня высадка (второго года жизни).

Мякоть корня сахарной свеклы первого года жизни содержала 48,2% протопектина, 24,2% целлюлозы, 22,8% гемицеллюлозы, 1,9% белка, 2,43% золы на абсолютно сухое вещество.

Мякоть корня высадка содержала 43,38% протопектина, 6,75% золы. Содержание других веществ не определялось.

Методика

В эрленмейеровскую колбу емкостью на 100 мл бралась навеска мякоти, приливалось цитратного буфера (pH = 4,2) 5,0 мл и добавлялось сухого препарата фермента 0,05 г. Все взбалтывалось до растворения фермента. Ферментация проводилась в термостате при 40° в течение 1, 3, 5, 7, 9 и 12 суток.

Таблица 1

Расщепление протопектина корня первого года жизни и корня высадка ферментами Asp. niger

Время ферментации в сутках	Мякоть корня 1-го года жизни		Мякоть корня высадка	
	вес расщепленного протопектина в % к мякоти	остаток протопектина в % от первоначального	вес расщепленного протопектина в % к мякоти	остаток протопектина в % от первоначального
0	0	100	0	100
1	12,2	74,7	1,37	96,9
3	18,6	61,3	—	—
5	21,0	56,4	3,78	91,3
7	25,3	47,6	—	—
9	26,8	44,2	4,14	90,4
12	29,1	39,7	—	—

Примечание. Навеска абсолютно сухой мякоти 0,8783 г, протопектина в ней 0,4233 г. Навеска абсолютно сухой мякоти высадка 1,00 г, протопектина в ней 0,4338 г; цитратного буфера 50 мл; фермента 0,05 г. Температура ферментации 40°.

После ферментации осадок отфильтровывался через взвешенный фильтр (высушенный до постоянного веса), тщательно промывался дестиллированной водой от воднорастворимых веществ и высушивался в сушильном шкафу при 105° до постоянного веса. По разности взятой мякоти и оставшейся после ферментации мы судили о количестве вещества, перешедшего из нерастворимого в воде состояния в воднорастворимое. Придерживаясь взгляда о специфичности ферментов, мы эту разность считали за разложившийся протопектин, находящийся в мякоти. В осадках после ферментации определялось содержание золы. Некоторые полученные данные приведены в табл. 1 и изображены на рис. 2.

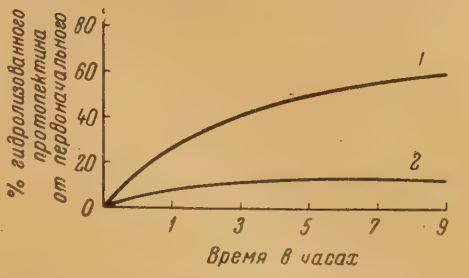

Рис. 2. Ход ферментативного расщепления п ротопект

1 — мякоти сахарной свеклы; *2* — мякоти корня высадка

Из полученных данных можно заключить, что расщепление протопектина свеклы ферментами Asp. niger в цитратном буфере (pH = 4,2) при 40° в течение 12 суток ферментации проходит не до конца и около 40% его остается в мякоти в нерастворимой в воде форме.

Протопектин мякоти корня высадка значительно труднее и медленнее расщепляется и около 90% его остается в мякоти.

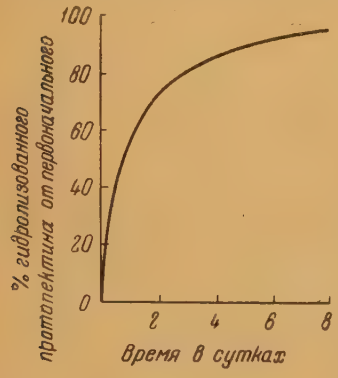

Рис. 3. Ход расщепления протопектина сахарной свеклы Asp. niger

Этот факт убеждает нас в том, что протопектин по своему составу неоднородное вещество и в связи с этим различно подвергается ферментативному расщеплению.

Далее нами проведены опыты по изучению процесса расщепления протопектина под влиянием гриба Asp. niger, когда его питательной средой является только мякоть сахарной свеклы.

Методика опытов была следующая: навеска в 1 г абсолютно сухой мякоти смачивалась прокипяченной дестиллированной водой и заражалась культурой. После 48-, 96- и 192-часового роста проросшую массу заливали дестиллированной водой и осадок отфильтровывали через взвешенный фильтр (высушенный до постоянного веса), тщательно промывали дестиллированной водой от образовавшихся воднорастворимых веществ.

Осадок высушивался при 105° до постоянного веса. По разности взятой мякоти и оставшейся после воздействия гриба мы судили о количестве использованного протопектина в качестве питательного вещества. Полученные данные изображены на рис. 3.

Как видно, при заражении мякоти грибком после 8 суток роста протопектин используется полностью и содержание его в мякоти сводится почти до нуля.

Целым рядом исследований доказано наличие в пектиновых веществах зольных элементов — кальция, магния, алюминия и железа. Эти зольные элементы при взаимодействии с карбоксильными группами, входящими в состав пектиновых веществ, могут образовывать соли, обладающие различными свойствами, в частности способностью к ферментативному расщеплению.

С этой целью нами проведены опыты по определению зольности мякоти, зольности остатков после ферментации и воздействия Asp. niger

и рассчитано количество золы, оставшейся в остатках мякоти и перешедшей в раствор, в процентах от первоначального содержания (табл. 2).

Таблица 2

Содержание золы в мякоти и в воднорастворимой части после ферментации

Объект	Содержание золы в %	Содержание золы в % от первоначального количества	
		в нерастворимой мякоти	в воднорастворимой части
Мякоть корня сахарной свеклы	2,43	100	0
Остаток мякоти после ферментации			
После 3 суток	1,98	66,35	33,65
„ 5 „	2,00	64,95	35,05
„ 7 „	2,10	64,39	35,61
„ 9 „	2,12	63,55	36,45
„ 12 „	2,10	62,15	37,85
Остаток мякоти после воздействия Asp. niger			
После 2 суток	2,32	61,73	38,27
„ 4 „	3,66	90,17	9,83
„ 8 „	4,41	98,35	1,65
Мякоть корня высадка	6,75	100	0
Остаток мякоти корня высадка после ферментации			
После 1 суток	6,78	97,77	2,23
„ 5 „	6,88	96,59	3,41
„ 8 „	6,89	96,29	3,71

Полученные данные по определению зольности представляют интерес и дают нам возможность сделать некоторые выводы.

При ферментации мякоти сахарной свеклы остается значительное количество зольных элементов в нерастворимой в воде форме.

После 8 суток воздействия Asp. niger в период образования мицелия перешедшие в раствор зольные элементы вновь связываются и переходят в нерастворимые в воде формы.

Определение движения полуторных окислов в золе нам дало следующие результаты (табл. 3).

Как видно, полуторные окислы, входящие в состав мякоти сахарной свеклы, наиболее прочно связаны и остаются почти полностью в остатке мякоти.

Таблица 3

Содержание полуторных окислов в золе и мякоти сахарной свеклы после ферментации

Объект	Содержание полуторных окислов в %		
	в золе	в мякоти	от первоначального содержания
Мякоть сахарной свеклы	8,23	0,20	100
Мякоть после 12 суток ферментации	13,97	0,29	95

Для доказательства этого положения нами проделаны следующие опыты.

Пектин растворялся в воде (6%) и к нему приливался 2%-ный водный раствор хлорного железа. В результате их взаимодействия образовался хлопьевидный осадок. Осадок отфильтровывался через складчатый фильтр и промывался дестиллированной водой до исчезновения реакции на хлор с азотнокислым серебром. Осадок высушивался в сушильном шкафу при 105°.

Выход вещества 70% от взятого количества пектина. При кипячении с водой осадок не переходил в раствор. Это указывало нам на то, что соединение пектина с железом довольно устойчиво к воздействию кипящей воды.

При прибавлении цитратного буфера (pH = 4,2) осадок довольно быстро растворялся и раствор приобретал оранжевую окраску. Это указывает нам на то, что соли железа пектиновой кислоты растворимы в кислой среде. Ферментация в течение 5 суток также нам показала, что ферменты довольно трудно расщепляют это соединение.

Литературные данные по динамике минеральных веществ в корне высадка сахарной свеклы во время вегетации указывают, что содержание золы в период от посадки до уборки постепенно увеличивается и изменяется ее состав.

Содержание полуторных окислов резко возрастает, превышая в три-пять раз содержание их в посадочном материале. Повидимому, этим и объясняется тот факт, что протопектин корня высадка является более устойчивым и труднее расщепляемым ферментами, чем протопектин корня сахарной свеклы первого года жизни.

При выполнении этой работы автор пользовался консультацией проф. И. Д. Буромского. В знак благодарности посвящает данную работу светлой его памяти.

Выводы

1. Протопектин мякоти корня сахарной свеклы — сложное, неоднородное вещество и в связи с этим различно подвергается ферментативному расщеплению.

2. Зольные элементы, в особенности полуторные окислы, входящие в состав мякоти, увеличивают устойчивость протопектина, и он медленнее расщепляется ферментами микроорганизмов.

3. Распад протопектина при действии ферментов микроорганизмов до галактуроновой кислоты является сложным процессом и зависит от состава протопектина.

Воронежский сельскохозяйственный институт

Получено 29.IV.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баринова С. А. О расщеплении пектина ферментами микроорганизмов. Микробиология, XV, 313, 1946.
2. Новотельнов Н. В. и Деева В. Е. О двух фазах ферментативного расщепления пектина. Биохимия, XIV, 311, 1950.
3. Опарин А. И. Ферменты в жизненном цикле растений. Юб. сборник 30-й годовщины Великой Октябрьской социалистической революции, АН СССР, 2, 1947.
4. Опарин А. И. и Сисакян Н. М. Растительная биохимия СССР за 30 лет. Успехи совр. биол., 24, 2, 219, 1947.
5. Рубин Б. А. Биохимические основы хранения овощей. АН СССР, 1945.
6. Рудаков К. И. Микроорганизмы и образование гумуса. Микробиология, XVIII, 481, 1949.
7. Рудаков К. И. Образование гумуса в процессе развития растений. Тр. юб. сессии В. В. Докучаева, 236, 1949.
8. Шишелова Н. А. Роль протопектиназы в инфекционном процессе у растений. Микробиология, XVII, 252, 1948.

К БИОЛОГИИ PSEUDOMONAS TUMEFACIENS — ВОЗБУДИТЕЛЯ КОРНЕВОГО РАКА РАСТЕНИЙ

М. В. Горленко, И. В. Воронкевич и *Г. Д. Успенская*

Корневой рак растений — широко распространенное заболевание. Наибольший вред оно приносит плодовым деревьям. Корневым раком поражаются сеянцы и саженцы плодовых деревьев в питомниках. Борьба с ним ведется путем браковки больных саженцев при высадке их из питомника в сад, дезинфекции почвы и рядом других мероприятий. Однако все они часто не являются эффективными.

Кроме того, известны случаи сильного развития болезни на тех участках, где никогда плодовые деревья и другие восприимчивые к болезни растения ранее не произрастали.

Для того чтобы найти эффективные меры против этого заболевания, следует учесть некоторые особенности биологии его возбудителя.

Поскольку заражение растений корневым раком происходит из почвы, особенно интересно изучить поведение Ps. tumefaciens в почве.

Относительно выживаемости возбудителя корневого рака в почве нет единого мнения. Многие исследователи считают, что эта бактерия может долго жить в почве самостоятельно. Например, Капшук [7], изолируя Ps. tumefaciens как из почвы в корневой зоне растений, так и из больного растения, установила, что в первом случае эта бактерия выделялась в десять раз чаще. Степанов [14] пишет, что возбудитель корневого рака может жить в почве независимо от присутствия корней растения-хозяина. Хетагурова [15] находила Ps. tumefaciens в почве на корнях различных растений. Бенфильд (Banfield [17]) пишет, что возбудитель корневого рака может жить в нестерильных почвах различного типа больше года и перезимовывать там. Это подтверждает Патель (Patel [20]), который нашел, что вирулентные культуры из нестерильных почв выделяются из подзолистой на 539-й день, из удобренной на 527-й день и из песка на 669-й день. Однако другими авторами получены противоположные данные. Лопатин [11], исследуя инфекционность почвы, в которую была внесена культура Ps. tumefaciens, нашел, что она быстро падает и через год совсем утрачивается. Он пишет также, что бактерия дольше сохраняется в отмерших тканях.

Такая разноречивость данных, полученных авторами, объясняется различием в методике и целями, которые они себе ставили. Повидимому, более правильно было бы наряду с испытанием инфекционности почвы производить изолирование оттуда бактерий с последующим изучением их патогенности в отношении растений.

Относительно непостоянства патогенности у Ps. tumefaciens имеется много данных.

Целью наших исследований было прежде всего установление значения почвы как источника инфекции растений корневым раком.

В июне 1949 г. в стерилизованную и нестерилизованную почву вносилась патогенная культура Ps. tumefaciens в количестве 400 млн. бактериальных клеток на 1 г почвы. pH почвы в начале опыта был 6,8—6,9 и в дальнейшем 7,2—7,4. Испытания инфекционности почвы производились путем заражения этой почвой стеблей томатов в разные сроки после внесения в почву бактерий. Результаты опыта показаны в табл. 1.

Как видно из таблицы, инфицированная почва постепенно теряла способность вызывать образование опухолей на стеблях томатов. Уже через 70 дней от начала опыта инфекционные свойства стерильной почвы проявляются только в слабой степени, а через 90 дней совсем не обнаруживаются.

Таблица 1

Инфекционность почвы с внесенной в нее культурой

Почва	Проба	Заражение четырех растений производилось через						
		3 часа	20 дней	40 дней	70 дней	90 дней	11 мес.	12 мес.
Стерильная	1	++++	сл. +++	++++	++*	————	————	————
	2	++ сл. сл.	сл. +++	++++	—— сл. сл.	————	————	————
Нестерильная	1	++++	———**	++++	———**	————	————	————
	2	++++	———**	++++	———**	————	————	————

Примечание. + наличие заражения одного растения; — отсутствие заражения; сл. — слабое заражение.

* Два растения погибли от других причин.
** Одно растение погибло от других причин.

Нестерильная почва в этот срок уже неинфекционна. Эти результаты согласуются с данными Лопатина.

Через год было предпринято изолирование внесенных в почву бактерий с проверкой их патогенности. Выделение производилось на среду Лиске, специально предложенную им для Ps. tumefaciens (Лиске, Lieske [19]).

При посеве разводок из стерильной почвы через 5—7 дней наблюдался рост однородных мелких, полупрозрачных или беловатых, круглых выпуклых блестящих колоний.

Из нестерильной почвы бактериальных колоний вырастало мало, среди них сходных по внешнему виду с выделяемыми из стерильной почвы почти совсем не было. Однако вырастало довольно много колоний плесневых грибов и актиномицетов.

Всего было выделено 26 штаммов бактерий: 12 из стерильной и 14 из нестерильной почвы. Что касается первых 12, то не было оснований сомневаться в их происхождении, так как в эту почву вносилась только культура Ps. tumefaciens. 14 же выделенных из нестерилизованной почвы могли быть почвенными сапрофитными бактериями.

Все изолированные культуры бактерий были испытаны и оказались непатогенными в отношении томатных растений.

Через три года (летом 1952 г.) от начала опыта было снова предпринято выделение Ps. tumefaciens.

Картина роста на чашках, засеянных стерилизованной почвой, не изменилась, т. е. наблюдался рост описанных выше однородных колоний, из которых 14 было отсеяно для изучения.

Из нестерилизованной почвы совсем не удалось выделить похожих на Ps. tumefaciens колоний. Первоначально было отсеяно три штамма, которые резко отличались по свойствам от возбудителя корневого рака.

Все выделенные из стерилизованной почвы культуры также не были способны образовывать опухоли на стеблях томатов.

Культуральные и физиологические свойства штаммов, изолированных из стерилизованной почвы, как через 1 год, так и через 3 года после

внесения туда Ps. tumefaciens, почти не отличались от свойств внесенных туда бактерий.

Среди штаммов, выделенных из нестерилизованной почвы, через 1 год были не отличающиеся по свойствам от Ps. tumefaciens, другие же отличались от нее по некоторым свойствам.

Если предположить, что из нестерилизованной почвы могли быть выделены другие присутствовавшие в почве бактерии, то этого нельзя сказать о почве стерилизованной. Однако среди культур, изолированных из нестерильной почвы через 1 год, были культуры, совсем не отличающиеся по свойствам от Ps. tumefaciens, что позволяет считать их принадлежащими к этому виду.

Следовательно, можно предположить, что утеря стерильной почвой способности вызывать образование опухолей на растениях связана с изменением патогенных свойств Ps. tumefaciens. Может быть в нашем опыте решающей причиной являлось отсутствие растений, в ризосфере которых возбудитель корневого рака приспособился к существованию.

В нестерилизованной почве, повидимому, наряду с исчезновением патогенности, происходит уменьшение количества самих исходных бактерий. На это указывает отсутствие характерных колоний при попытке их выделения на агар Лиске через 3 года.

Непостоянство патогенности Ps. tumefaciens отмечается многими авторами.

Лиске [19] пишет, что штаммами, выделенными из опухолей, в некоторых случаях не удавалось вызвать новых заражений, хотя идентичность их с Ps. tumefaciens не вызывала сомнений. Он указывает, что большинство штаммов сохраняет патогенность очень непродолжительное время.

Штапп (Stapp u. Bortels [22]) также указывает на непостоянство этого признака и на преобладание при выделениях из опухолей невирулентных штаммов. В природе (в почве, воде) широко распространены многочисленные сапрофитные микроорганизмы, которые ничем не отличаются от невирулентных штаммов Ps. tumefaciens.

Лиске считает, что Ps. tumefaciens является представителем большой группы флюоресцирующих бактерий, которая обитает в почве. Израильский [5] на основании подробного изучения возбудителя корневого рака и родственных ему форм считает, что эта бактерия весьма близка к почвенным бактериям группы Rhizobium. Сюда относится Ps. radiobacter, которая отличается от Ps. tumefaciens своей неспособностью образовывать опухоли на растениях. По указанию Израильского [6], Ps. radiobacter отличается еще тем, что редуцирует нитраты до нитритов, и некоторыми другими признаками. Однако здесь следует указать, что бывшая в наших опытах культура Ps. tumefaciens имела способность редуцировать нитраты, сохраняя в то же время патогенность. Эта культура долгое время сохранялась на искусственных питательных средах, но не утеряла патогенных свойств в отношении растений.

Приобретение способности восстанавливать нитраты может быть связано с сапрофитным способом существования.

Такое явление наблюдалось нами у Bac. mesentericus. При усилении патогенных свойств эта бактерия теряла способность к денитрификации. Приобретение этого свойства мы наблюдали у Ps. citriputeale после пребывания этой бактерии в почве, причем иногда это сопровождалось утерей паразитических свойств в отношении растений.

Рядом исследователей неоднократно были выделены невирулентные штаммы Ps. tumefaciens, которые ничем не отличались от бактерии Ps. radiobacter. Повидимому, следует предположить происхождение Ps. tumefaciens от сапрофитной Ps. radiobacter, обитающей в почве.

Однако, несмотря на то, что изучению возбудителя корневого рака посвящено достаточно работ, условия приобретения сапрофитными фор-

мами этой бактерии паразитических свойств, а также легкая утеря их некоторыми штаммами остаются до сих пор неизвестными.

В самое последнее время появилась работа Клейн (Klein [18]), в которой описывается восстановление паразитических свойств Ps. tumefaciens, а также приобретение патогенных свойств Ps. radiobacter путем воспитания их на продуктах метаболизма сильно патогенного штамма Ps. tumefaciens, а также на отдельных продуктах, образуемых этим штаммом. Утерянные патогенные свойства у Ps. tumefaciens были восстановлены путем культивирования этой бактерии на фильтрате патогенной культуры (опыты В. М. Новиковой, проведенные в нашей лаборатории).

В отношении ослабления и потери патогенности высказывались некоторые предположения. Израильский [4] считает, что одной из причин потери вирулентности возбудителем корневого рака является действие на него бактериофага.

Ряховский [13] и Степанов [14] наблюдали более сильное развитие этого заболевания на сырых, сильно унавоженных почвах. Ельская [3] предполагала влияние реакции почвы на степень распространения корневого рака. Степанов [14] указывает, что щелочная среда почвы способствует заболеванию, а кислая наоборот. Лопатин [10] также придает большое значение кислотности почвы и другим ее свойствам, а также наличию физиологических рас Ps. tumefaciens. Бургвиц [1] указывает, что жизнеспособность Ps. tumefaciens сохраняется в пределах pH = 6,2—8,0. Зиглер (Siegler [21]) показал, что на участках с pH почвы, равным 6,8, было 32% зараженных растений, а на участках с pH, равным 5,0, только 3,0%.

Опираясь на литературные данные об отрицательном действии на Ps. tumefaciens кислой среды, мы предположили, что реакция почвы может быть одной из причин гибели этой бактерии или потери ею патогенности. Разрешение этого вопроса теоретически открыло бы возможности для разработки практических мер борьбы с корневым раком.

Для разрешения его была применена методика, которой мы пользовались ранее при изучении выживаемости в почве фитопатогенных бактерий [2].

В навесках почвы, помещенных в пробирки с большим диаметром (2,0—2,5 см), создавались различные величины pH и половина их подвергалась стерилизации. После этого во все пробирки вносилось определенное количество бактериальной суспензии из культуры Ps. tumefaciens, способность которой вызывать опухоли на томатах была до этого проверена.

Инфекционность почвы испытывалась через определенные промежутки времени путем заражения ею рассады томатов. Одновременно производилась проверка величины pH в испытуемых пробирках и изолирование из пробирок со стерилизованной почвой Ps. tumefaciens с последующей проверкой патогенности выделенных культур на растениях.

Для опыта была взята суглинистая, бедная органическими веществами почва, в которой довольно легко были установлены необходимые значения pH. Изменение реакции среды достигалось путем внесения в почвенные навески разных количеств 1 *N* HCl. Величина pH почвенного раствора определялась потенциометром П-4 хингидронным способом

Бактериальная суспензия концентрации 2 млрд. микробных клеток в 1 мл вносилась по 1 мл в каждую пробирку, содержащую 10 г почвы (что составило 200 млн. бактерий на 1 г почвы). 1 *N* раствор HCl вносился в одну пробирку в количестве 0,75, в другую — 2 мл (табл. 2).

Результаты испытания почвы на инфекционность, помещенные в табл. 3, показывают наличие заражений в первом варианте и отрицательный результат при заражении почвами третьего варианта. В почве с более кислой реакцией сразу создались неблагоприятные условия для проявления патогенных свойств Ps. tumefaciens.

Слабое образование опухолей в первом варианте объясняется низкой температурой в теплице, что влияло на рост томатов, а следовательно, и на образование наростов.

В течение опыта наблюдалось в большинстве пробирок изменение реакции в сторону уменьшения кислотности. Подщелачивание среды в результате жизнедеятельности Ps. tumefaciens особенно заметно было в «раковом»-растворе Лиске, о чем будет сказано ниже.

Таблица 2

Реакция почвы в пробирках перед началом опыта

Вариант опыта	Количество 1 *N* HCl в мл	Количество воды в мл	pH нестерильной почвы	pH стерильной почвы
I	Не вносилось	2	5,89 4,61	5,62 4,82
II	0,75	1,25	2,95	4,18
III	2	Не вносилось		

Таблица 3

Влияние pH почвы на проявление патогенных свойств Ps. tumefaciens

Испытания инфекционности почвы через	I вариант		II вариант		III вариант	
	стерильная	нестерильная	стерильная	нестерильная	стерильная	нестерильная
1 день	5,74 +	6,07 сл.	4,94 —	4,94 —	4,37 —	3,87 —
5 дней	6,21 —	6,11 + сл.	5,29 —	5,07 —	4,24 —	3,98 —
10 „	6,23 сл.	6,26 —	5,17 —	5,10 —	4,20 —	4,06 —
20 „	6,25 сл.	6,21 —	5,41 —	5,19 +	4,37 —	4,13 —
40 „	6,19 —	5,60 —	5,53 —	5,33 —	4,53 —	4,43 —

Примечание. + наличие опухоли; — отсутствие опухоли. Цифры обозначают величину pH испытуемой почвы.

Выделение бактерий из стерилизованных почв, которое производилось одновременно с заражением ими растений, имело своей целью выяснить, как действует та или иная реакция среды на бактерии, происходит ли их гибель или изменение патогенных свойств. Выделение производилось из почвенных разводок на агаровые пластинки из среды Лиске.

Обычно наблюдался сплошной рост из мелких выпуклых влажных колоний, которые несколько различались по цвету и прозрачности от серовато-белых полупрозрачных до молочнобелых с желтоватым оттенком.

Характерные из этих колоний перевивались на косой агар и затем проверялись их патогенные свойства в отношении растений. Всего был выделен 31 штамм, из которых проявили хорошие патогенные свойства только 4 штамма из I варианта (pH = 5,7) через 1 день от начала опыта. Из II варианта в этот же срок было выделено 2 слабо патогенных штамма, а из III варианта — 2 непатогенных.

При следующих испытаниях только из I варианта было выделено 2 слабо патогенных штамма через 10 дней и 20 дней от начала опыта. В последующие сроки из двух других вариантов, с более кислой реакцией почвы, патогенных штаммов не было выделено.

Это подтверждает значение кислотности среды для перехода возбудителя корневого рака к сапрофитному способу существования.

В нестерилизованной почве, кроме воздействия реакции среды, играет роль явление антагонизма между различными микроорганизмами — обитателями почвы.

Изучение культуральных и физиологических свойств выделенных из почвы как патогенных, так и непатогенных штаммов и сравнение с исходной культурой показали их идентичность.

Изменение реакции среды в результате жизнедеятельности Ps. tumefaciens было прослежено в питательном растворе Лиске и показано в табл. 4.

Таблица 4

Изменение реакции среды под влиянием Ps. tumefaciens

Вариант опыта	Величина pH			Рост
	18.VII.1950 в начале опыта	28.VII.1950	21.VIII.1950	
I	7,14	7,75	7,87	Сильная муть; морщинистая, поднимающаяся по стенкам пленка
II	6,28	7,66	7,87	То же, но пленка более гладкая
III	4,56	7,21	7,87	
IV	4,36	7,16	7,50	Муть слабая, пленки нет
V	3,88	5,79	7,40	Раствор прозрачный

Питательный раствор Лиске имел pH = 6,28. Подщелачивание его в I варианте произведено 5%-ным раствором $NaHCO_3$. Подкисление в III, IV и V вариантах достигалось добавлением 0,1 *N* раствора HCl.

Рост в первых трех вариантах был заметным, в IV слабый, а в V варианте, казалось, отсутствовал. Однако при pH = 3,88 бактерии там не погибли. Об этом свидетельствует изменение реакции среды под влиянием их жизнедеятельности. Кроме того, из всех вариантов на третий день роста были выделены бактерии на твердую питательную среду. Испытание патогенных свойств показало наличие их только у культур, выделенных из раствора с pH = 7,14. Это еще одно свидетельство того, что в кислой среде патогенность Ps. tumefaciens теряется.

Более быстрая утеря инфекционных способностей нестерильной почвой и трудности выделения оттуда бактерий (при всех других благоприятных условиях) могут объясняться неустойчивостью Ps. tumefaciens к действию некоторых почвенных антагонистов.

В настоящее время для многих фитопатогенных бактерий известны антагонисты как из числа бактерий, так и грибов.

Ps. tumefaciens до недавнего времени относили к микробам, выживающим в почве, а следовательно, не поддающимся воздействию других микробов.

Однако Арк (Ark [16]) нашел, что Bac. vulgatus (Flügge) Trevisan является активным антагонистом к ряду фитопатогенных бактерий, в том числе и к Ps. tumefaciens.

Нами были сделаны попытки выявить антагонистов к возбудителю корневого рака также и среди почвенных грибов. Почва для выделения антагонистов бралась из зоны корней яблони, здоровой и больной корневым раком (плодовый питомник в Бирюлеве). Яблони росли на разных участках, почва которых хорошо обрабатывалась и удобрялась как органическими, так и минеральными удобрениями. Кроме того, почвенные грибы выделялись из огородной, бедной органическими веществами почвы. Пробы почвы брались из корневой зоны на глубине 5, 10, 15 и 20 см.

Выделение грибов производилось из водных почвенных разведений в отношении 1 : 100 и 1 : 1000 на агаризованную среду Чапека. Засеянные чашки Петри ставились на 5—7 дней в термостат при температуре 25°, после чего выросшие колонии отсевались на косой агар. Всего было выделено 47 штаммов почвенных грибов. Изучение антибиотических свойств выделенных штаммов грибов проводилось методом подсева изучаемой бактерии к испытуемому штамму гриба. Отсутствие видимого роста бактерии вблизи колонии гриба указывало на то, что данный гриб является антагонистом к Ps. tumefaciens (рисунок).

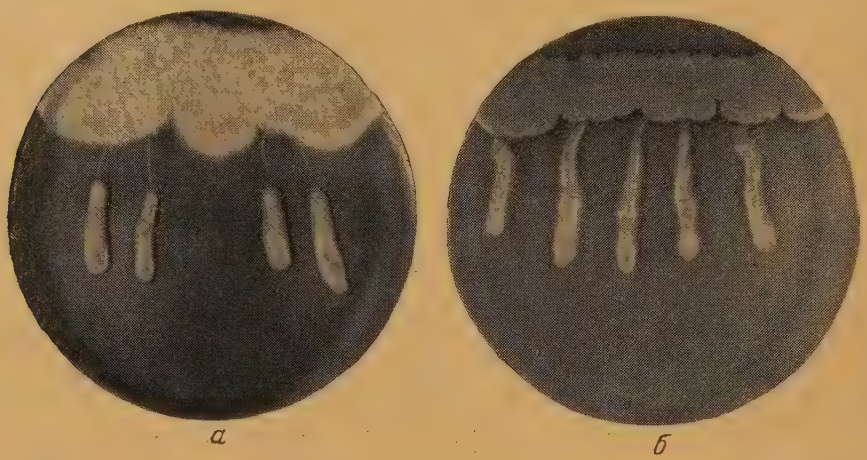

Рисунок. *а* — антагонистическое действие штамма Penicillium на Ps. tumefaciens; *б* — отсутствие антагонистического действия штамма Penicillium на Ps. tumefaciens

Для выявления антагонистических свойств актиномицетов использовалась синтетическая среда I, рекомендуемая Красильниковым [8].

Выделенные штаммы грибов по своему систематическому положению делятся следующим образом:

Penicillium	32 штамма	68,1%
Aspergillus	3 „	17,0%
Actynomyces	6 штаммов	12,9%
Trichoderma	1 штамм	2,0%

Антагонистами к Ps. tumefaciens оказались 6 штаммов, принадлежащие к следующим 4 видам рода:

1. Pen. rugulosum Thom.	1 штамм
2. Pen. sp.	1 „
3. Pen. sp.	2 штамма
4. Pen. stipitatum Thom.	2 „

4 штамма из них было выделено из почвы под больным деревом и 2 из зоны корней здорового дерева. Все штаммы, выделенные из огородной почвы, не проявили антагонистических свойств к Ps. tumefaciens.

Изолированные виды грибов-антагонистов обладали слабыми антибиотическими свойствами. Стерильная зона равнялась 0,3—0,5 см. Интересно отметить, что Pen. rugulosum известен как антагонист по отношению и к другим фитопатогенным бактериям — Bact. aroideae, Bact. carotovorum и Ps. vesicatoria [12].

Выводы

1. Паразитические свойства Ps. tumefaciens очень неустойчивы. Они быстро теряются в отсутствие растений как в стерилизованной, так и нестерилизованной, имеющей нейтральную реакцию, почве.

2. Большое значение в утрате патогенных свойств этой бактерией имеет реакция среды, в которой она обитает.

При pH = 5,0 и ниже не удалось вызвать заражение растений инфицированной почвой, так же как и выделить оттуда патогенные культуры Ps. tumefaciens. Непатогенные культуры сохраняли характерные свойства возбудителя корневого рака, отклоняясь по некоторым признакам, что отмечено и для патогенных культур.

3. Из зоны корней как больной, так и здоровой яблони было выделено 6 штаммов грибов-антагонистов по отношению к Ps. tumefaciens, что составляет 17,1% к общему числу выделенных штаммов.

В огородной, неудобренной почве антагонистов к возбудителю корневого рака обнаружено не было.

Изолированные антагонисты относятся к четырем видам рода Penicillium.

Пользуясь свойством Ps. tumefaciens не проявлять своих паразитических свойств в кислой среде, можно предохранять саженцы плодовых деревьев от заболевания корневым раком. Изменения реакции почвы питомников в сторону ее подкисления можно достигнуть, применяя соответствующие удобрения. Состав их должен устанавливаться в каждом конкретном случае с учетом характера и состава почвы.

Для предохранения саженцев от заражения корневым раком возможно использовать также антагонистов путем внесения их под растения или предварительным смачиванием корней в культуральной жидкости. Однако, «внося микробов-антагонистов в почву, следует учитывать не только их антагонистические свойства, но и способность развиваться там и размножаться» (Красильников [9]).

Московская станция
защиты растений

Получено 10.VIII.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бургвиц Г. К. Фитопатогенные бактерии. Изд-во АН СССР, 1935.
2. Горленко М. В. и Воронкевич И. В. Выживаемость в почве двух групп фитопатогенных бактерий. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биол., IV, 2, 1949.
3. Ельская С. И. Материалы к изучению корневого рака яблони. Станция защиты растений Т. Н. К. 3, Казань, 1930.
4. Израильский В. П. Явление бактериофагии (феномен d'Herell'a) и рак растений. Вестн. бактериол. агроном. станции, № 24, 1926.
5. Израильский В. П. Vergleichende Untersuchungen über die Rasseneigentümlichkeit des B. tumefaciens und verwandter Mikroorganismen. Ztbl. Bakt., Abt. II, 19, 354, 1929.
6. Израильский В. П. (под редакцией). Бактериальные болезни растений. Сельхозгиз, М., 1952.
7. Капшук А. А. Бактериологическое изучение корневого рака плодовых деревьев. Тр. Сев.-Кавк. ин-та защиты растений, I (8), вып. 2, 1933.
8. Красильников Н. А. Актиномицеты-антагонисты и антибиотические вещества. М., 1950.
9. Красильников Н. А. Антибиотики в растениеводстве. Природа, № 7, 1952.
10. Лопатин М. И. Влияние бактериального корневого рака (зобоватости) на дальнейшее развитие вишни в плодовом саду. Журн. «Защита растений» № 18, 1939.
11. Лопатин М. И. Инфекция помидор возбудителем бактериального корневого рака плодовых деревьев. Праци Уманьск. сильско-господарськ. ин-ту, № 2, 1939.
12. Ордин А. П. Антагонизм почвенных грибов из рода Penicillium по отношению к фитопатогенным бактериям. Микробиология, XXI, 2, 1952.
13. Ряховский Н. А. Заражение плодовых питомников корневым раком. Журн. «На защиту урожая», № 9, 1933.

14. Степанов К. М. Корневой рак или зобоватость корней. В книге: «Фитопатология», М.— Л., 1935.
15. Хетагурова Ф. В. К биологии фитопатогенных бактерий. Автореферат диссертации, Л., 1949.
16. Ark P. A., Hunt M. L. Saprophytes antagonistic to phytopatogenic and other microorganisms. Science, **93**, 354, 1941.
17. Banfield W. M. Studies on the life history of the crown-gall organism. Phytopat., **18**, No. 1, 1928.
18. Klein D. T. a. Klein R. M. Transmittance of tumor-indecing ability to avirulent crown-gall and related bacteria. J. Bact., **66**, 220, 1953.
19. Lieske R. Untersuchungen über die Krebskrankheit bei Pflanzen, Tieren und Menschen. Ztbl. Bakt., Abt. I Orig., **108**, H. 1/4, 118.
20. Patel M. K. Viability of certain plant pathogenes in soils. Phytopath., **19**, No. 3, 1929.
21. Siegler E. A. Relation between crown-gall and pH of the soil. Phytopath., **28**, 858, 1938.
22. Stapp C. und Bortels H. Der Pflanzenkrebs und sein Erreger Pseudomonas tumefaciens. II. Mitteilung über den Lebenskreislauf von Ps. tumefaciens. Z. Parasitenkunde, **4**, 1931.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ МИКРОБИОЛОГИИ ПОЧВЫ *

Я. П. Худяков

Чтобы представить современное состояние почвенной микробиологии, можно, как обычно, сделать объективный, добросовестный обзор достижений этой науки за определенный период, а из теперешнего состояния вывести ее очередные задачи. Но лучше поставить только наиболее крупные насущные задачи, которые вытекают из решений партии и правительства и из основного экономического закона социализма — «обеспечение максимального удовлетворения постоянно растущих материальных и культурных потребностей всего общества путём непрерывного роста и совершенствования социалистического производства на базе высшей техники» И. В. Сталин [1].

С точки зрения насущных задач следует критически рассмотреть современное состояние почвенной микробиологии, ее готовность решать эти задачи.

«Главной задачей в области сельского хозяйства и впредь остаётся повышение урожайности всех сельскохозяйственных культур, дальнейшее увеличение общественного поголовья скота при одновременном значительном росте его продуктивности, увеличение валовой и товарной продукции земледелия и животноводства путём дальнейшего укрепления и развития общественного хозяйства колхозов, улучшения работы совхозов и МТС на основе внедрения передовой техники и агрокультуры в сельском хозяйстве» [2].

Задачи, поставленные перед сельским хозяйством XIX съездом КПСС, приняли форму конкретных развернутых решений Пленума ЦК Коммунистической партии Советского Союза в сентябре 1953 г. «О мерах дальнейшего развития сельского хозяйства СССР» и в последующих постановлениях партии и правительства по различным отраслям сельского хозяйства.

Из этого следует, что основной задачей почвенной микробиологии является познание тех объективных законов единства и взаимодействия почвы, растений и микроорганизмов, овладение которыми позволит сознательно управлять микробиологическими процессами для повышения почвенного плодородия, для поднятия урожайности сельскохозяйственных культур.

Теперь посмотрим с точки зрения этой общей задачи на теперешнее состояние почвенной микробиологии.

Биология имеет три периода развития: начальный период — до Дарвина — является описательным. Тогда шло описание и накопление материала, фактов. Наибольший возраст имеют систематика и анатомия.

Далее следует дарвиновский период: Дарвин обобщил накопленный им и его предшественниками материал и объяснил происхождение видов

---

* Настоящей статей Я. П. Худякова открывается дискуссия по вопросу о современном состоянии и основных задачах почвенной микробиологии. Редколлегия обращается с просьбой к научным и практическим работникам, связанным с данными вопросами, принять участие в дискуссии.

[1] Экономические проблемы социализма в СССР. Госполитиздат, 1952, стр. 40.

[2] Директивы XIX съезда КПСС по 5-летнему плану развития СССР на 1951—1955 гг. Госполитиздат, 1952, стр. 14.

живой материи. Наконец, идет современный творческий, мичуринский период, который ставит основной задачей преобразовать природу организмов в необходимом направлении.

На мичуринском этапе развития биологии дарвинизм познавательный становится дарвинизмом творческим.

Как всякая биологическая наука, тем же путем идет и микробиология почвы.

Почвенная микробиология в современном смысле начинается с классических работ русского ученого Виноградского.

Виноградский первый подошел к изучению микробиологических процессов, идущих в самой почве, разработал особые методы изучения, открыл хемосинтез у микроорганизмов, микробиологические превращения серы, железа и возбудителей этих процессов. Он детально изучил нитрификацию, открыл нитрифицирующих бактерий, анаэробных азотфиксаторов. Его классические исследования по разложению целлюлозы, пектиновых веществ, а также его идеи и методы экологической микробиологии почвы — все это составляет начало и целую эпоху микробиологии почвы.

К основоположникам учения о биологии почвы с полным правом следует отнести В. В. Докучаева, С. П. Костычева, Д. И. Ивановского.

Современного уровня микробиология почвы достигла благодаря усилиям многих иностранных и русских, особенно советских ученых.

Все современные представления о видовом составе почвенной микрофлоры, о ее физиологических группах и их роли в почве, о метабиозе и других формах межвидовых отношений, о превращениях и круговоротах углерода, азота, фосфора, серы, железа, калия, о роли микроорганизмов в питании растений, в образовании гумуса и прочной структуры почвы, о бактериальных удобрениях, о ризосфере, об экологических условиях распространения и изменчивости микроорганизмов, о влиянии агротехники на почвенную микрофлору — все это относится к крупным успехам, достигнутым в конце прошлого и в половине текущего века.

Большую роль в прогрессе почвенной микробиологии сыграли ученые Советского Союза.

Сентябрьский Пленум ЦК КПСС отметил, что, несмотря на известные достижения, сельскохозяйственная наука все еще отстает от запросов колхозного и совхозного производства.

Это тем более относится к микробиологии почвы, все еще относительно молодой области сельскохозяйственной науки, которая только начинает переходить от незавершенного познавательного аналитического периода к периоду творческому, преобразовательному.

Первые и наиболее значительные успехи в управлении микробиологическими процессами в почве сделал В. Р. Вильямс, никогда не называвший себя микробиологом.

Остановимся на творческом этапе почвенной микробиологии более подробно.

Управление микробиологическими процессами почвы как одна из главных задач земледелия

Почвенная микробиология занимает одно из ответственных мест в системе агрономических наук. Это вполне понятно. От микробиологических процессов в почве при прочих благоприятных условиях зависит успех сельскохозяйственного производства, его продуктивность. Задача сельскохозяйственного производства состоит в превращении кинетической энергии солнечных лучей в потенциальную энергию органического вещества растений и животных. Микроорганизмы почвы осуществляют такое превращение веществ, такой круговорот их, без которых невозможно ежегодное возобновление культуры растений.

Разложение органического вещества в результате микробиологиче-

ских процессов в почве В. Р. Вильямс поставил наравне с фотосинтезом его в растениеводстве.

Он писал: «Производственной задачей сельского хозяйства мы поставили преобразование кинетической энергии солнечного луча в потенциальную энергию химического средства. Для выполнения этой задачи в сельскохозяйственном производстве выступает первый момент его — создание органического вещества. Одновременно возникает противоположный, второй момент задачи — разрушение мертвого органического вещества отработавших «машин» сельскохозяйственного производства, его побочных продуктов, отбросов растениеводства. Этот второй момент задачи сельского хозяйства по своему значению совершенно равнозначен первому, так как невыполнение его делает невозможным выполнение и первого момента задачи»[3].

Процесс сельскохозяйственного производства, по Вильямсу, слагается из трех цехов: 1) растениеводства, как процесса связывания солнечной энергии при синтезе органического вещества растений; 2) животноводства, как цеха переработки отходов растениеводства, его побочных продуктов и 3) земледелия — цеха разрушения мертвого органического вещества, производимого микроорганизмами почвы. «Задача разрушения органического вещества передается третьему цеху сельскохозяйственного производства — земледелию». Из этого следует, что управление микробиологическими процессами в почве есть главная задача земледелия. Чем более эффективным и целесообразным будет управление микробиологическими процессами, тем выше культура земледелия.

В. Р. Вильямс не только провозгласил главную задачу земледелия как управление микробиологическими процессами, подготовляющими пищу растениям, но и показал, как нужно управлять этими процессами.

В. В. Докучаев и С. П. Костычев первыми показали, какую роль в почвообразовании играет биологический фактор.

В. Р. Вильямс создал стройную теорию единого почвообразовательного процесса, естественной смены и почвообразующего действия растительных формаций в этом процессе, представляющих собой природные ассоциации зеленых и бесхлорофильных растений.

Каждая растительная формация с диалектической неизбежностью развитием своим создает условия для гибели своей и для расцвета другой растительной формации. Каждая из них по-своему изменяет почву: так, под действием деревянистой растительной формации преобладает аэробный грибной процесс разложения лесной подстилки на поверхности почвы с образованием преимущественно креновой кислоты в составе перегноя. При особом водном режиме почв под лесом креновая кислота становится важнейшим фактором подзолообразования.

Чтобы направить микробиологические процессы на повышение главного свойства почвы — ее плодородия, на восстановление и улучшение прочной структуры почвы с наилучшим водным, воздушным и пищевым режимом, Вильямс разработал применительно к дерново-подзолистым почвам травопольную систему земледелия. Действуя на почву многолетними травами луговой растительной формации в травопольном севообороте, мы управляем микробиологическими процессами так, что они приводят к восстановлению плодородия почвы, ее структуры, которые ухудшались в период ранее произраставших растений степной формации. Вильямс открыл, таким образом, величайшего значения факт, что при помощи растений можно управлять микробиологическими процессами на пользу растения, влиять на почвенное плодородие, на почвообразовательный процесс.

Подтверждение влияния растений на микрофлору мы находим в мик-

---

[3] В. Р. Вильямс. Почвоведение. Сельхозгиз, 1939, стр. 14.

робиологических исследованиях Красильникова, Мишустина, Кореняко, Березовой, Исаковой и других.

Например, по Красильникову, под люцерной и клевером количество азотобактера и миколитических бактерий резко увеличивается, а под хлопчатником и льном сокращается.

Если различные растения резко влияют на количество тех микроорганизмов, которые не находятся в симбиотических отношениях с растением, то влияние это еще резче проявляется на микроорганизмах симбиотических, таких, как клубеньковые бактерии, микоризные грибы.

Так же сильно зависит от растительного покрова количество паразитных микроорганизмов. Смена культур в правильном травопольном севообороте является сильно действующим фактором изменения и регулирования почвенной микрофлоры.

Наша задача — пойти дальше, продолжить учение Вильямса об управлении микробиологическими процессами в почве, творчески развивать его. Надо научиться управлять микробиологическими процессами в почве не только при помощи растений, но и другими средствами, под любой культурой севооборота; сделать микрофлору средством управления урожаем, повысить эффективность системы земледелия.

Решительно ставит вопрос о роли микроорганизмов в питании растений и об управлении микробиологическими процессами в почве Лысенко, считая, что растения питаются продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, без уточнения того, какую природу имеют эти продукты — органическую или минеральную.

Есть и другие пути сильного влияния на микробиологические процессы почвы. Сюда относятся: обработка почвы (вспашка, культивация и др.), органические и минеральные удобрения, известкование кислых почв, частичная стерилизация почвы.

Однако микробиологи лишь частично выясняют и констатируют, какие изменения в количестве и составе микроорганизмов происходят под влиянием тех или других издавна применяемых в сельском хозяйстве воздействий на почву. У нас нет еще такой теории, которая подсказывала бы, как управлять микробиологическими процессами, чтобы сознательно, а не эмпирически, все более и более увеличивать плодородие почвы, повышать эффективность системы земледелия.

Существенными практическими достижениями почвенной микробиологии являются микробиологические препараты (бактериальные удобрения), которые основаны на физиологии чистых культур некоторых микроорганизмов и роли их в симбиотрофном питании растений или в биологическом круговороте элементов питания.

Сюда относятся: нитрагин, азотобактерин, фосфоробактерин, силикатные бактерии, миколитические бактерии, различные бактерии-активаторы, микоризные грибы, триходерма, комплексный препарат АМБ.

Все эти микробиологические препараты, за исключением более старого — нитрагина, являются достижением нашей отечественной почвенной микробиологии за последние 10—20 лет. Это не случайно, что советские ученые дали столько новых микробиологических препаратов. Характерной чертой отечественной микробиологии почвы советского периода является стремление служить своему народу. И все-таки нельзя сказать, что проблема бактериальных удобрений находится в удовлетворительном состоянии. Дело в том, что наши теоретические представления о действии этих препаратов в почве не идут дальше весьма ограниченных знаний физиологии чистых культур микроорганизмов. Молчаливо принимается, что в почве микроорганизмы выполняют ту же работу, что и в чистых культурах. Не учитываются ни межвидовые отношения их с другими почвенными микроорганизмами, от которых зависит судьба вносимых в почву бактерий, ни действие физической и химической

гетерогенности почвы как среды с ее специфическими природными законами.

В лучшем случае констатируется приживаемость применяемых микроорганизмов в ризосферной почве и реакция растений на них. Если до сих пор этого было довольно в случаях симбиотических микроорганизмов с ясным механизмом симбиоза (клубеньковые бактерии, микоризные грибы), то этого мало для выяснения сущности действия микроорганизмов несимбиотических.

Понять сущность их действия, как видно, можно только тогда, когда будет известно, какие происходят изменения в межвидовых отношениях микроорганизмов почвы от применяемых несимбиотических бактерий. Это тем более необходимо еще потому, что применяемые бактерии действуют не только там, где их почему-либо не было, но и там, где они уже и без того имеются.

Пока мы не откажемся судить о жизни и роли микроорганизмов в почве по их чистым культурам, пока не изучим их в самой почве, мы не сделаем ни шага вперед. Положение не изменится, если будет изобретен еще десяток новых препаратов, пока на место голого эмпиризма не станет передовая теория. Хорошая теория микробиологических, удобрительных препаратов — вот чего нам нехватает теперь. Построить ее только на опыте работы с чистыми культурами нельзя. Чтобы идти дальше, надо глубже познать процессы, идущие в почве, а не только в чистых культурах, изучать законы жизни микрофлоры в почве, создать передовую, действенную теорию.

Чтобы это сделать, надо прежде всего оставить некоторые вредные догмы, глубоко укоренившиеся в сознании микробиологов. С позиций устаревших взглядов и догм нельзя двигаться дальше.

Раньше всего нам надо отказаться от тех упрощенческих представлений о почве, которые сложились в результате механического перенесения на почву закономерностей развития микроорганизмов в чистых культурах. Надо понять, что почва имеет свои собственные законы, что в почве микроорганизмы ведут принципиально иной образ жизни, глубоко отличный от жизни в чистых культурах. Необходимо понять, чем конкретно отличается жизнь микроорганизмов в чистых культурах от жизни их в почве.

Микроорганизмы в чистой культуре и в почве

Создатель почвенной микробиологии Виноградский раньше всех понял недопустимость отождествления условий в чистой культуре с условиями в почве. Он ясно видел границы применения своих методов исследований, понимал, какие трудности на пути в связи с новыми задачами после пройденного этапа и выступал непримиримым борцом против методов общей микробиологии в изучении процессов в почве. Он писал:

«Прямое применение к почвенной микробиологии выводов, полученных на чистых культурах в условных средах, недопустимо. Чистые культуры познакомили нас с общей физиологией микробов, но в данном случае их изучение может привести только к аналогиям, к гипотезам, которые необходимо проверять прямыми опытами в условиях, приближающихся, по мере возможности, к естественным».

«Агроном и агрохимик с почвой, с одной стороны, микробиолог с пробирками, с другой, наблюдают друг за другом еще издали, с интересом, конечно, но не стараясь объединить свои усилия. Их связывает только щепотка почвы, которую микробиолог берет — время от времени, по возможности редко — для своих искусственных культур; весьма непрочная связь, ибо, получив нужный ему микроб в чистой культуре, он перестает интересоваться почвой».

«Придерживаясь современного метода, мы никогда не дойдем до выяснения роли почвенных микроорганизмов в их естественной среде, хотя бы даже опыты с чистыми культурами продолжались века!»

«Не буду скрывать,— говорит Виноградский,— что высказанные мною мнения не особенно распространены среди микробиологов». И верно. Прошло более полувека с тех пор, как Виноградский впервые отказался от механического применения методов общей микробиологии к почвенной, и много раз, вплоть до наших дней, он напоминал, что такой подход к изучению микробиологических процессов в почве тормозит развитие науки, искажает картину действительности.

К сожалению, и теперь положение мало изменилось. Микробиологи продолжают смотреть на почву с точки зрения медицинской или технической микробиологии, не желая понять, что невозможно познать микробиологические процессы в почве только методами чистых культур, как нельзя научиться плавать, сидя на берегу.

Много ли найдется таких микробиологов, кроме Виноградского, которые пытались или пытаются изучать микробиологические процессы почвы в самой почве? Очень немного. Лазарев развивает экологическое направление почвенной микробиологии. Он идет трудным, но новым путем в изучении биоорганно-минерального комплекса почвы, в изучении различных систем «организмы — среда». Ту же цель экологического изучения микроорганизмов в почве преследует метод обрастания стекол Холодного, состоящий в микроскопировании зарываемых в почву стекол, и различные модификации этого метода другими авторами.

Мишустин немало сделал в изучении влияния экологических условий на распространение и изменчивость микроорганизмов, в изучении характера сообществ в зависимости от типов почвы и растительного покрова.

Работы экологического направления имеют, конечно, большое познавательное значение, но до управления микробиологическими процессами в широком смысле еще далеко.

Чтобы управлять микробиологическими процессами в почве, надо знать общие законы этих процессов в почвенных условиях, знать условия действия и проявления этих законов. Нет соответствующих методов для изучения жизни и действия микрофлоры в почве — вот в чем вопрос.

Методы экологической микробиологии почвы, предложенные Виноградским, Холодным и другими, имеют ограниченное значение в решении поставленной задачи. Методы чистых культур при всей их необходимости и незаменимости, как уже указывалось, ограниченно годятся для познания процессов в почве.

Чем отличается жизнь микроорганизмов в чистой культуре от жизни их в почве? Вопрос этот может казаться странным и неуместным. В самом деле, какое может быть сравнение чистой бактериальной культуры с почвой? Стоит ли говорить об этом? Стоит! Есть существенная разница между словесным признанием различия и точным пониманием его, нельзя по впечатлениям об одном предмете судить о другом. Отмахнуться, не дать себе труда подумать над принципиальным отличием условий в почве от условий в чистой культуре только потому, что отличие это, в чем бы оно ни состояло, не подлежит сомнению, значит, на деле не принимать его во внимание.

Представление о микроорганизме в чистой культуре, без поправок, переносится на почву. Это теоретически недопустимо, практически вредно. Ничто так не вредит дальнейшему развитию почвенной микробиологии, как перенесение закономерностей существования изолированного в чистой культуре микроорганизма на почву, гетерогенную в физическом, химическом и биологическом отношениях со сложными межвидовыми отношениями микрофлоры.

Вот почему совершенно необходимо коротко рассмотреть наиболее су-

щественные черты чистой культуры и почвы, определяющие различный характер закономерностей развития организмов в том и в другом случаях.

1. Изучая микроорганизм в чистой культуре на определенных средах, мы выясняем не все потенциальные биохимические свойства и возможности, а лишь бóльшую или меньшую часть их, насколько позволяют современные методы исследования. Уже по химическому составу любая питательная среда не похожа на почву. Мы узнаем, чем и как питается микроорганизм в искусственной питательной среде известного состава и что нового при этом образуется в среде в процессе обмена веществ. Но мы часто не знаем, чем он будет питаться в почве, а от того, чем будет питаться микроорганизм, зависит многое. Так, уксуснокислые бактерии окисляют этиловый спирт до уксусной кислоты, пропионовую кислоту до пропилового спирта, а глюкозу до глюконовой кислоты. А кто знает, что они могут делать в почве?

2. Характер и конечный результат микробиологического процесса зависят не только от природы организма и от химического состава потребляемых веществ, но и от других внешних условий. Известно, что дрожжи, при неограниченном доступе кислорода, сбраживают сахар до углекислоты и воды, а при ограниченном — до этилового спирта и углекислоты. Может изменяться характер превращения веществ в зависимости от окислительно-восстановительного потенциала, pH и других условий.

3. В почве, особенно в ее гетерогенной коллоидально-дисперсной части, осуществляется катализ таких реакций, которые не происходят в растворах без участия микроорганизмов или даже при участии их. Так, в наших опытах в почве окисное железо в аэробных условиях без участия микроорганизмов восстанавливается в закисное, что не бывает в водных растворах. Сероводород в почве каталитически окисляется до сульфоксиловой кислоты. Схема круговорота железа и серы в почве, таким образом, существенно отличается от той классической схемы, которая составлена на основании изучения микробного превращения их в водных растворах. Оба эти процесса могут быть воспроизведены при помощи активированного угля, взятого вместо почвы.

4. Обычно почву с физической точки зрения рассматривают как трехфазную систему, состоящую из жидких, твердых и газообразных тел. При этом вся вода, удерживаемая почвой, увлажненной до полной ее влагоемкости, рассматривается как жидкое тело. Это неверно. Большая часть воды бывает зажата в интермицелярном пространстве органо-минеральных гелей почвы и теряет подвижность жидкого тела. Органо-минеральные гели почвы, как всякие гели, вообще непроницаемы для бактерий, потому что размеры бактерий во много раз превышают величину интермицелярных отверстий. Поэтому почва при наименьшей ее некапиллярной скважности непроницаема для бактерий, как показывают наши опыты. В таком случае почву следует рассматривать не как жидкую, а как твердую среду для микроорганизмов со всеми вытекающими отсюда последствиями. Обмен веществ микроорганизмов в чистых культурах обычно изучается в жидких средах и неверно принимается, что и в почве микроорганизмы ведут себя так же, как в жидкой среде.

5. Наконец, решающее принципиальное отличие жизни микроорганизмов в почве от жизни их в чистых культурах состоит в том, что в почве они живут не изолированными видами, как в чистых культурах, а вместе, в естественно сложившихся сообществах, вступая в сложнейшие межвидовые отношения метабиоза, симбиоза и антагонизма в различных формах проявления.

В чистой культуре, как правило, развитие микроорганизма, размножение его идет по одновершинной кривой. В самом начале микроорганизм размножается очень быстро в геометрической прогрессии. Пропорционально скорости размножения изменяется химический состав среды, изменяются условия жизни. Концентрация исходных питательных веществ

уменьшается, а количество конечных продуктов обмена увеличивается. Чем дальше идет этот процесс, тем больше замедляется скорость размножения и, наконец, общее размножение сменяется массовой гибелью клеток вследствие отравления продуктами обмена при их максимальной концентрации. Обычно развитие заканчивается по одновершинной кривой в течение нескольких суток или даже часов при значительном остатке исходных питательных веществ, которые не могут быть до конца использованы из-за отмирания большинства клеток. Кривая после максимума круто падает вниз. Число мертвых клеток превышает 90%, а иногда дело кончается полной гибелью культуры.

На голодных средах, где питательные вещества кончаются прежде чем могло бы наступить отравление среды, развитие идет также по одновершинной кривой с менее высоким максимумом общего числа клеток в единице объема среды и с более постепенным падением кривой.

Обычно бывает только один максимум числа живых клеток. Редко, как, например, при ацетонобутиловом брожении, идущем в две фазы, бывает два максимума, из которых первый выше второго. Первый максимум соответствует образованию и накоплению кислот (уксусной и масляной), а второй — использованию их с образованием ацетона и бутанола.

Совсем иначе идут процессы развития микроорганизмов в почве. Продукты обмена микроорганизмов одного вида не могут накопляться до вредных для него размеров, потому что они тотчас потребляются другими видами. Метабиоз между различными видами исключает возможность ограничивающего действия вида самого на себя продуктами собственного обмена веществ. Что один организм выделил, то другой усвоил.

Считают, что микроорганизмы в почве в процессе развития образуют колонии и поэтому здесь так же, как в пробирке, сохраняется принцип чистых культур. Это неверно. Отдельные виды в почве действительно могут образовать микроколонии, но жизнь их уже подчинена законам межвидовых отношений. Диффузия и другие явления передвижения веществ в почве, скорость которых в десятки и сотни раз превышает скорость увеличения диаметра микроколонии, в пределе не превышающего 1 мм, исключает накопление продуктов обмена одного вида внутри его микроколонии. Вследствие малых размеров колонии одного вида и близости колоний других видов непрерывно идет межвидовой обмен веществ.

Развитие и биохимическая деятельность метабионтов, как показал Виноградский на примере нитрификации, идут во времени не последовательно, а одновременно, параллельно. Как только начинается аммонификация, тотчас идет и нитрификация. Нитрозомонас еще не заканчивает окисления NH_3 до NO_2, когда нитробактер уже окисляет NO_2 до NO_3. То же самое следует сказать о метабиозе в процессе круговорота углерода. Ни один конечный продукт разложения органического вещества при участии одного какого-нибудь вида микроорганизма не накапливается в почве. Никто в органическом веществе культурных почв не находил ни сахара, ни молочной кислоты, ни спирта, хотя любое из этих веществ образуется в почве, появляется на мгновение, чтобы тотчас превратиться в другое при участии микроорганизма иного вида.

Насколько принципиально отличны микробиологические процессы в почве от процессов в чистых культурах, настолько же отличны их результаты.

Приведу несколько примеров, на которых особенно ясно видна недопустимость суждений о микробиологических процессах в почве по чистым культурам.

1. При превращении органических веществ в чистых культурах накапливаются в среде низкомолекулярные органические соединения: при молочнокислом брожении — молочная кислота, при спиртовом брожении — этиловый спирт и т. д.

В почве, наоборот. Здесь создаются высокомолекулярные органические соединения типа гуминовой, ульминовой, креновой кислот и их ближайших производных.

По молекулярному весу эти соединения превосходят любые продукты фотосинтеза, какие можно встретить в высшем растении, кроме белков. Как было уже сказано выше, в органическом веществе культурных почв нет ни сахара, ни молочной кислоты, ни спирта. Здесь, конечно, не имеются в виду неразложенные остатки растений и животных.

2. Скорость размножения микроорганизмов в культурах и вызываемых ими биохимических процессов увеличивается в среднем в два-три раза с повышением температуры на 10° в пределах возможного развития.

По привычке микробиолог должен ожидать, что такая же зависимость скорости процесса от температуры будет и в почве. В действительности этот температурный коэффициент совершенно не применим к почве. Так, по данным Ваксмана, скорость разложения органического вещества в почве почти не зависит от температуры. Более того, при 7° было больше потерь от разложения овсяной соломы, чем при 22° через 273 дня опыта.

Это вполне согласуется с количеством микроорганизмов в почве при различных температурах. По наблюдениям ряда авторов, общее число микроорганизмов тем выше, чем температура ниже в пределах возможного развития. Это наблюдалось не только в лабораторных опытах, но и в природе. Известно, что весной, когда почва только начинает постепенно прогреваться, количество микроорганизмов возрастает, а летом, казалось бы при оптимальных условиях температуры, влажности и пищи, во много раз сокращается.

Осенью с постепенным похолоданием снова отмечается увеличение количества микроорганизмов. По нашим данным, стоит только влажную почву поместить на две недели в холодильник при 3—4°, как количество микроорганизмов увеличивается в десятки раз по сравнению с тем количеством, какое возможно при 25°.

Эти факты никак не могут быть объяснены с точки зрения представлений о микробиологических процессах, которые сложились при изучении чистых культур.

3. Нитрификаторы, по данным Виноградского, в элективных искусственных средах, как типичные хемотрофы, не переносят и следов органического вещества. Сахар для них яд, даже в ничтожных концентрациях, между тем в черноземах с органическим веществом в 10% и более нитрификация идет достаточно интенсивно.

В почвах за 14 суток при 25° и 50% влажности от полной влагоемкости количество нитратов накапливается за счет люпиновой муки больше, чем за счет сульфата аммония. С точки зрения привычных представлений микробиолога, следовало ожидать противоположного результата. В самом деле, нитрификаторы в случае сульфата аммония получают сразу готовый аммиак для окисления его до NO_3. В органическом веществе они не нуждаются. Люпиновая мука должна прежде разложиться с образованием NH_3, чтобы потом, вслед за аммонификацией, могла начаться нитрификация. Для этого, конечно, нужно время. Несмотря на это, нитрификация за счет люпиновой муки идет гораздо быстрее, чем за счет готового аммиака. Не мешает нитрификации даже временное увеличение воднорастворимого органического вещества, которое неизбежно при разложении люпиновой муки.

4. Клубеньковые бактерии на искусственных питательных средах не усваивают молекулярного азота, а в симбиозе с бобовыми растениями связывают такое количество азота атмосферы, что со значительным избытком удовлетворяет потребности бобовых растений в азоте.

5. В чистых аэробных культурах только 3—5% углерода питательного вещества идет на синтез органического вещества — микробной массы, а в почве коэффициент гумификации органического вещества, например,

навоза, превышает 0,5. Эта разница в 10—15 раз будет вполне понятна, если мы учтем одно существеннсе обстоятельство, которое обычно не принимается во внимание микробиологами при их расчетах применительно к почве. Состоит оно в следующем. О расходе органического вещества на энергетику и на синтез обычно судят по уменьшению исходного материала, например сахара. В чистой культуре, как правило, сахар превращается в другие органические соединения, как конечные продукты обмена. Если учесть сумму всех продуктов полного превращения сахара, которые остаются в среде в форме различных органических соединений, включая и микробную массу, то нередко эта сумма равна исходной. Так происходит, например, при молочнокислом брожении, когда из молекулы сахара образуются две молекулы молочной кислоты.

Во всяком процессе биологического превращения органического вещества, не сопровождающемся образованием CO_2, сумма углерода остается постоянной. Другое дело, когда часть углерода улетучивается в форме CO_2. Так происходит при спиртовом брожении. Из молекулы сахара образуются две молекулы этилового спирта и две молекулы углекислоты. Здесь сумма органического вещества в конце процесса лишь немногим более половины исходного. Как бы то ни было, в чистых культурах в использованной среде остается много продуктов превращения исходного материала в форме различных соединений углерода, которые, являясь отбросами одного вида, могут служить полноценным пищевым и энергетическим материалом для других видов. Исключение составляет полное сжигание сахара до CO_2 и H_2O по типу аэробного дыхания, как это бывает в производстве дрожжей при неограниченном снабжении их кислородом.

На всякой среде после использования ее чистой культурой одного вида микроорганизма может последовательно развиваться еще несколько видов. Коэффициент синтеза микробной массы суммы всех видов соответственно повышается. Так идет процесс в почве. На всех ступенях метабиотического превращения исходного органического вещества синтезируются высокомолекулярные соединения микробной массы многих видов микроорганизмов. Общий вес микробных тел разных видов больше веса тел одного вида, как сумма всегда больше слагаемого. Вот почему правы почвоведы и агрохимики, когда они аналитическим путем находят высокий коэффициент гумификации органического вещества в почве. Так как гумус является суммой органического вещества микробной массы и его ближайших производных, то коэффициент гумификации можно рассматривать как выражение коэффициента синтеза органического вещества всей почвенной микрофлоры.

Создается противоречие между микробиологами, дающими расчеты на основании процессов в чистых культурах, и почвоведами, агрохимиками, которые аналитически, прямым определением в почве находят сумму органического вещества в начале и в конце процесса. У микробиологов выходит, что при разложении 1 т органического вещества только 30 кг остается в почве в виде микробной массы, а, по данным агрохимиков, почвоведов, создается при этом 500—800 кг гумуса.

6. Азотобактер, по данным Виноградского, на искусственных питательных средах предпочитает связанный азот молекулярному, а в почве при избытке минеральных форм азота его развитие подавляется другими видами в конкуренции за органическое вещество.

7. На полях, удобренных навозом, минеральные удобрения почти в два раза более эффективны, чем на неудобренных. Каждый центнер аммонийной селитры при подкормках озимых дает увеличение зерна в 2,6 ц/га на неудобренной почве и 4,7 ц/га на удобренной почве (Владимиров). Это средние величины по большой группе колхозов. Ведь во всякой среде вне почвы, будет ли это чистая культура микроорганизма или песчаная, водная культура растения, всегда бывает так, что увеличение

количества любого элемента питания увеличивает урожай только тогда, когда он находится в минимуме, в недостатке. В почве при удобрении ее навозом все происходит наоборот. Как можно объяснить этот факт с позиций теперешней почвенной микробиологии или агрохимии? Никак нельзя.

В наших опытах навоз в количестве 5 т/га более чем в два раза повысил эффективность минеральных удобрений. Урожай яровой пшеницы повысился от 5 т навоза на 13%, от минеральных удобрений NPK при 60 кг/га действующего начала на 20%, а от совместного внесения минеральных удобрений и 5 т навоза — на 48% при урожае в контроле 11,59 ц/га.

Делянки с чистыми минеральными удобрениями и с совместным внесением навоза и минеральных удобрений были выравнены по количеству NPK. Навоз, суперфосфат и калийная соль вносились под зяблевую вспашку без предварительного смешивания. Аммиачная селитра вносилась весной под предпосевную культивацию.

Еще более замечательные результаты действия малых доз перегноя (1,8 т/га) приводит Лысенко. Озимая пшеница дала урожай на контрольных делянках 17,8 ц/га, на удобренных 1,8 т перегноя — 24,1 ц, а на удобренных смесью 1,8 т перегноя + 3 ц суперфосфата + 3 ц извести получено 28,7 ц/га.

Эти результаты получены на общем фоне азотного и калийного удобрения кислой дерново-подзолистой почвы.

Число таких микробиологических парадоксов можно бы значительно увеличить, но довольно и этих. Они достаточно ясно характеризуют неблагополучное положение современной почвенной микробиологии. Не ясно ли, что методы чистых культур дают неверное, искаженное отражение реальных микробиологических процессов в почве, хотя необходимость их от этого не уменьшается? Не ясно ли, что давно назрел момент решительного изменения наших взглядов на микробиологические процессы в почве, на методы и задачи изучения их?

Так как в почве при метабиозе с одновременным действием всех метабионтов не накапливаются продукты обмена веществ отдельных видов, то следовало бы ожидать, что разложение органического вещества в почве должно идти неограниченно быстро и полно, гораздо быстрее и глубже, чем в чистых культурах, в которых наступает самоограничение развития и разложения органического вещества при накоплении конечных продуктов обмена.

В действительности это не так. Разложение органических веществ в почве идет очень медленно. Так, за целое лето в паровом поле, при наиболее благоприятных условиях микробиологических процессов и при отсутствии фотосинтеза как внешнего источника поступления органических веществ в почву, за целое лето количество гумуса уменьшается очень мало. В дерново-подзолистой почве с 3—4% гумуса содержание его за вегетационный период уменьшается лишь на десятые доли процента. Сравните это со скоростью разложения органического вещества при производстве дрожжей, где 1,5—2% сахара полностью разлагаются до CO_2 и H_2O за несколько часов. Весь цикл производства дрожжей заканчивается за 9—11 часов. Это, пожалуй, единственный вид микробиологического процесса, где при неограниченной аэрации не накапливаются продукты брожения при действии практически одного вида микроорганизма. Здесь не наступает самоотравления, как в других чистых культурах. Вот почему именно этот пример годится для аналогии с процессами в почве, в которых также не накапливаются конечные продукты обмена отдельных видов.

Чем объяснить такую малую скорость разложения органического вещества в почве?

Невозможно допустить, что в культурной почве есть органические вещества, не разлагаемые микроорганизмами. Если бы такие вещества

были, содержание гумуса в почвах при современном земледелии должно было увеличиваться за десятилетия в очень заметных размерах. В действительности количество гумуса в определенной почве является практически величиной постоянной. Относительное постоянство количества гумуса служит лучшим доказательством того, что он разлагается, что неразложимых веществ в почве нет. Конечно, по химической природе перегнойные вещества почвы разлагаются труднее, чем сахар. Но этим объяснить столь малую скорость разложения его нельзя. Если бы скорость разложения почвенного гумуса определялась только его химическим строением и природой микроорганизмов и ничем больше, тогда нельзя было бы влиять на процесс разложения органического вещества в почве.

На самом деле можно в пределах оптимальных внешних условий развития микрофлоры значительно ускорить процесс разложения органического вещества, например, при частичной стерилизации почвы. Об этом можно судить как по изменению суммы органического вещества, так и по резкому увеличению нитратов и фосфорной кислоты. После частичной стерилизации во много раз увеличивается количество микроорганизмов в почве. Увеличивается биологическая активность почвы и скорость разложения органического вещества, независимо от того, действует или нет фактор стерилизации на органическое вещество непосредственно (нагревание, высушивание, хлорпикрин, хлорная известь, сероуглерод).

Стало быть, не химическое строение гумуса и не природа микроорганизмов определяют реальную скорость разложения органического вещества в почве, а какие-то другие причины.

Динамика развития почвенной микрофлоры

Теперь обратимся к динамике развития почвенной микрофлоры. Учет количества живых микроорганизмов в почве за вегетационный период показывает, что весной в теплую пору количество микроорганизмов сильно увеличивается, достигая максимума к началу лета. Вскоре после максимума следует резкое уменьшение количества микроорганизмов, и на этом сравнительно низком уровне оно держится все лето, несмотря на все оптимальные внешние условия. Осенью наблюдается опять заметное увеличение. Словом, если не считать осени, за вегетационный период получается одновершинная кривая, по характеру напоминающая кривую развития чистых культур. Создается впечатление, что в почве и в чистых культурах непосредственно микроорганизмы развиваются одинаково, по одним и тем же законам, с единственной разницей — в культурах быстро, в почве медленно. Между тем это неверно. Во-первых, максимальное количество живых микроорганизмов на 1 г почвы в лучшем случае достигает десятков или нескольких сот миллионов, а в чистых культурах максимальное число их доходит до десятков миллиардов. Во-вторых, одновершинная кривая развития микрофлоры почвы получается только тогда, когда микробиологические анализы производятся через большие промежутки времени, например, через две-три недели и реже. При таких интервалах за вегетационный период делается всего четыре-пять анализов и по ним составляется представление о динамике процесса. В лучшем случае такая динамика может выражать сезонный характер изменения, но она ничуть не позволяет судить о процессе внутри одного сезона. В чистых культурах учитывается число живых клеток высевом на твердую среду по нескольку раз в сутки. За несколько суток делается большое число определений. Уже по этому одному недопустимо сравнивать кривые развития микрофлоры в почве и в чистой культуре, даже если внешнее выражение их имеет одинаковый характер.

Совсем другая получается картина, когда количественный учет микроорганизмов в почве производится ежедневно в течение длительного вре-

мени. Получается не одновершинная, а многовершинная кривая незаконченного процесса, идущего по правилу периодичности. Число микроорганизмов резко колеблется в течение коротких промежутков времени. На протяжении нескольких суток наблюдается размножение, затем отмирание, потом опять размножение и т. д. Происходит такое многократное чередование размножения и отмирания не только при переменных, но и при постоянных внешних условиях. Периодичность развития микрофлоры почвы обусловлена, таким образом, не переменой внешних условий, хотя зависит от них, а внутренними закономерностями почвы.

Многократные и резкие увеличения числа микроорганизмов в короткие промежутки времени доказывают, что микроорганизмы в почве способны размножаться очень быстро, но большая скорость их размножения периодически прерывается, бо́льшая часть их отмирает, а оставшаяся часть снова размножается, как только исчезнет причина, прекратившая размножение и побудившая гибель большей части микробных клеток.

Прошло уже более 30 лет после открытия периодичности развития микроорганизмов в почве. Казалось бы, давно должен быть отвергнут старый привычный взгляд, будто в почве число микроорганизмов изменяется очень медленно, равномерно, непрерывно, а в остальном законы развития микроорганизмов в почве принципиально не отличаются от законов развития в чистых культурах. Однако этого не случилось и до сих пор. Устаревшие взгляды все еще распространены широко и держатся прочно.

Объясняется это тем, что верно и прочно доказанные факты периодичности развития остались без объяснений. Открыт факт, но неизвестны его причины, нет объяснения, нет теории, которая бы показала, что делать и куда идти дальше.

Была сделана одна попытка объяснить колебания числа бактерий в почве подвижным равновесием между бактериями и протозоа в связи с питанием протозоа бактериями, однако авторам не удалось привести убедительных доказательств. В последующих работах других исследователей такое объяснение экспериментально опровергнуто. Протозоа испытывают такую же периодичность развития в почве, как бактерии. Те и другие имеют общую причину периодичности.

Итак, бесспорно доказано, что в почве микроорганизмы размножаются по другим законам, принципиально отличным от законов в чистых культурах. Развитие микроорганизмов в почве идет по правилу периодичности. Периодичность развития — вот что определяет и количество микроорганизмов биологически активной почвы, и скорость превращения органического вещества почвы. Открытие периодичности развития микрофлоры почвы является крупным достижением почвенной микробиологии. Периодичность микробиологических процессов — это непреложный факт, который не может ставиться под сомнение, который должен приобрести важнейшее значение для теории и практики. Объяснить периодичность, создать правильную теорию периодичности развития микрофлоры почвы — значит научиться управлять скоростью микробиологических процессов, подчинив это управление задачам повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. (Теоретическое объяснение периодичности развития микрофлоры почвы дается в наших работах, но они еще не опубликованы, а излагать их содержание здесь нет возможности.)

Ближайшие задачи микробиологии почвы

Необходимо преодолеть теоретическое отставание микробиологии почвы, чтобы поднять ее на уровень современных и будущих требований сельскохозяйственного производства, чтобы она шла впереди производства. Тогда почвенная микробиология станет средством предвидения и управления биохимическими процессами в почве для прогрессивного по-

вышения почвенного плодородия и урожайности всех сельскохозяйственных культур.

Будут хорошие теории, будут и хорошие их приложения. По выражению Больцмана, в мире нет ничего более практичного, чем хорошая теория.

Нужны новые методы изучения микробиологических процессов, протекающих в самой почве. Методы чистых культур всегда останутся необходимыми в изучении микрофлоры почвы, но их теперь недостаточно. Они хороши как методы анализа, но они не годятся как методы синтеза, как методы познания микробиологических процессов в почве в целом, как методы управления этими процессами. Они, конечно, всегда будут необходимы, потому что без анализа нет синтеза. Но методы чистых культур годятся для изучения процессов в почве не более чем методы аналитической химии для химического синтеза различных соединений. Нельзя новые задачи в науке решать только старыми методами. Стоят новые задачи, и для решения их нужны и новые методы. Наряду с применением и дальнейшим совершенствованием методов чистых культур надо разрабатывать методы, которые позволяли бы изучать микробиологические процессы в конкретных экологических условиях почвы.

Надо интенсивно продолжать работы по изучению микрофлоры почвы, количества и видового состава, изменчивости и видообразования, экологии, межвидовых отношений, превращения веществ и круговорота элементов в почве, образования и накопления гумуса, участия микроорганизмов в питании растений, общих и частных закономерностей процессов и жизни микрофлоры в почве, влияния агротехники и удобрений на микрофлору почвы.

Одновременно с работами большого познавательного значения надо сделать решительный перелом в области активного, сознательного управления микробиологическими процессами для прогрессивного повышения плодородия почвы и урожайности всех сельскохозяйственных культур.

«Философы лишь различным образом объяснили мир, но дело заключается в том, чтобы изменить его» (К. Маркс[4]).

Нельзя сказать, что севообороты земледелия как средство управления микробиологическими процессами в почве достаточно уже изучены и вполне использованы практически. Напротив, микробиологам здесь надо еще много работать как по линии создания прочной структуры почвы, так и по линии обеззараживания почвы от фитопатогенных микроорганизмов и активизации наиболее полезных видов и т. д. Всякое изучение микробиологических процессов и управление ими должны вестись на современном уровне земледелия, на основе правильных севооборотов.

Сейчас можно говорить о двух путях управления микробиологическими процессами в почве, не исключающими, а дополняющими друг друга: 1) управление общей биологической активностью в почве без изменения межвидовых отношений микроорганизмов; 2) полезное изменение межвидовых отношений микроорганизмов в почве путем изменения видового состава микрофлоры почвы за счет активизации одних видов и угнетения других.

Есть ли для этого конкретные, теоретически мыслимые и практически доступные возможности? Да, есть.

Говоря об управлении общей биологической активностью почвы, надо иметь в виду, что все микробиологические процессы в почве, по нашим данным, идут по закону периодичности. Даже при постоянных внешних условиях скорость этих процессов является переменной величиной. Процессы эти попеременно то ускоряются, то сильно замедляются, а количество микроорганизмов соответственно то увеличивается, вызывая повышение общей токсичности почвы до максимальной величины, то резко

[4] К. Маркс и Ф. Энгельс. Избранные произведения в двух томах. Т. II, стр. 385, ОГИЗ, Гос. изд-во полит. лит., М., 1948.

сокращается, а одновременно с этим падает и токсичность почвы. Можно искусственно снижать и задерживать появление токсичности почвы и таким образом удлинять время размножения микроорганизмов, ускоряя микробиологические процессы, т. е. повышать коэффициент биологической активности почвы.

Увеличение биологической активности почвы может достигаться двумя способами:

1) улучшением кислородного режима почвы путем соответствующей обработки или увеличением прочной структуры;

2) введением в почву химических инактиваторов токсического вещества микробного происхождения.

В этом направлении сделаны пока только первые шаги, но в результате их открывается заманчивая перспектива практического влияния на биохимическую активность почвы, на скорость микробиологических процессов и на урожай растений.

Почвенные микробиологи должны работать над тем, чтобы увеличить глубину микробиологически активного, корнеобитаемого слоя почвы. Это особенно большое значение имеет для дерново-подзолистой зоны в свете решений XIX съезда партии и сентябрьского Пленума ЦК КПСС «О мерах дальнейшего развития сельского хозяйства СССР».

Нижние генетические горизонты почвы биологически не активны, для корней в массе непроницаемы. Сделать их биологически активными — значит использовать в них дополнительные запасы зольных элементов питания, увеличить количество полезной влаги и резко повысить плодородие почвы. Надо найти пути быстрого окультуривания их, накопления в них необходимого количества гумуса для создания благоприятных физических свойств. Что касается управления межвидовыми отношениями микроорганизмов в почве, то здесь могут быть разные способы, смотря по тому, о каких микроорганизмах идет речь — о почвенных, не связанных с живым растением, или о микроорганизмах, которые так или иначе связаны с живыми растениями. В случае почвенных микроорганизмов, не связанных с живым растением, для активации одних видов и подавления других надо создавать соответствующие условия в самой почве, во всей ее массе или в отдельных очагах. Внесение в почву бактериальных гранул такого состава, который обеспечивает не только выживаемость, но и преимущества внесенного микроорганизма над его конкурентами, дает положительные результаты (Авдонин, Худякова, Гебгарт).

Другим примером полезного изменения межвидовых отношений почвенных микроорганизмов является внесение в почву комплексного микробного удобрения АМБ (микроорганизмы, минерализующие гуматы) по идее Лазарева.

Применение навоза и различных компостов также влияет на межвидовые отношения почвенных микроорганизмов.

К микроорганизмам, которые тесно связаны с живыми растениями, относятся паразиты, симбионты (клубеньковые бактерии, микоризные грибы) и эпифитная микрофлора, живущая на поверхности живых растений. Влияние на межвидовые отношения этих микроорганизмов с другими почвенными надо начинать с семян. Большое значение в этом деле имеет состав эпифитной микрофлоры семян, на который не обращалось внимания.

Эпифитная микрофлора состоит из большого количества различных видов, и мы теперь можем произвольно менять ее состав на растении, выращивать растения то с одной эпифитной микрофлорой, то с другой. Это открывает новые возможности в изучении межвидовых отношений и управлений ими для повышения урожая и защиты его от болезней.

Насущной проблемой является использование микробиологических препаратов (удобрений) симбиотических и несимбиотических организмов.

Бактериальные удобрения, действующим началом которых являются

неспецифические микроорганизмы, основаны на физиологии чистых культур. Сущность действия их в почве при внесении с семенами остается недостаточно ясной.

Механизм действия их станет ясным, а эффективность повысится только тогда, когда будут изучены судьба и действие вносимых бактерий, их взаимоотношения с растением, почвой, с другими микроорганизмами почвы и растения. Тогда на них можно будет смотреть как на одно из реальных средств управления микрофлорой почвы.

Проблема гумуса почвы должна в наши дни разрешаться мичуринским путем, путем переделки природы почв, быстрого окультуривания их.

Важнейшей задачей почвенной микробиологии является изучение роли микроорганизмов в питании растений, управление микробиологическими процессами в почве в целом и в ризосфере для создания наилучших условий питания растений. Получение высоких урожаев будет не истощать, а обогащать почву органическим веществом и элементами минерального питания. Чем выше будут урожаи, тем лучше будет становиться почва.

Новейшие факты показывают, что повышение эффективности органических и минеральных удобрений является теперь не только агрохимической, но и микробиологической проблемой. Навоз и некоторые другие органические удобрения должны рассматриваться теперь не только как источник элементов питания растений, но и как средство повышения биологической активности почвы в целом, а в очагах особенно. Как активатор микробиологических процессов почвы навоз может действовать в меньших дозах, чем навоз как источник элементов питания растений. Небольшие дозы навоза повышают эффективность минеральных удобрений вследствие интенсификации микробиологических процессов в почве. Задача состоит в том, чтобы выяснить механизм активирования процессов в почве и найти наилучшие приемы повышения эффективности удобрений.

Наглядные примеры в работах ряда авторов показывают, что большое значение имеет изучение антибиотических отношений микроорганизмов в почве и на растении. Работы в этом направлении ведутся, к сожалению, недостаточно широко.

До сих пор речь шла о путях управления микробиологическими процессами в культурных почвах.

Те же самые пути применимы, конечно, и при освоении новых земель. Надо, однако, иметь в виду и специфическую особенность вновь окультуриваемых почв. Здесь заново создается новый тип микрофлоры и, должно быть, с самого начала очень важно давать и соответствующие закваски наиболее желательной микрофлоры при одновременном создании благоприятных условий развития.

Некоторые дискуссионные вопросы

Существование различных взглядов на предмет является вполне нормальным явлением в науке. Но нельзя считать нормальным, когда многие годы мирно сосуществуют без научной борьбы противоположные мнения, из которых истинным может быть только одно, если не все они ложны. «Общепризнано, что никакая наука не может развиваться и преуспевать без борьбы мнений, без свободы критики» (И. В. Сталин[5]).

К первоочередным вопросам, по которым особенно необходима организация научных дискуссий, относятся: сущность действия некоторых бактериальных удобрений, специфичность микрофлоры для каждого вида растения, корневое питание растений в условиях почвы.

Принимается, что азотобактер в бактериальном удобрении — азотобактерине действует на урожай как азотфиксатор путем улучшения азотного питания растения, что он за счет азотфиксирующей деятельности

[5] И. В. Сталин. «Относительно марксизма в языкознании». Изд-во «Правда», стр. 29, 1950.

компенсирует недостаток минеральных соединений азота в почве. В таком случае азотобактерин не должен влиять на урожай на фоне азотных удобрений почвы. Эффективность его должна возрастать на фоне фосфорных и калийных удобрений при недостатке азота. В действительности, как показывает анализ массовых опытов в производстве, азотобактерин действует и на фоне азотных удобрений и не компенсирует недостатка азота в почве.

Принято считать с достаточным основанием, что азотобактер не живет в кислых почвах и не приживается в них при обычном искусственном внесении азотобактерина вместе с семенами. Но анализ массовых опытов в производстве показывает, что азотобактерин на кислых дерново-подзолистых почвах нередко эффективен вопреки теоретическим ожиданиям. Эти противоречия требуют пересмотра теории действия азотобактерина. Нет единого мнения и по вопросу о том, являются ли виды азотобактера микроорганизмами только почвенными или они симбионты растений, специфические для каждого вида растения.

А от решения этого вопроса зависят способы применения и создания условий наиболее эффективного использования азотобактера.

Для сельскохозяйственного производства не все равно, какое из существующих мнений победит в борьбе. Если азотобактер при искусственном внесении его с семенами снабжает растение азотом атмосферы подобно клубеньковым бактериям у бобовых, то азотобактерин должен заменять полностью или частично минеральные азотные удобрения. Если азотобактерин действует иным путем, он должен применяться на фоне полных удобрений как дополнительный фактор повышения урожая, как фактор увеличения эффективности высокой агротехники и минеральных удобрений. В этом случае применение азотобактерина взамен азотных удобрений будет препятствием на пути дальнейшего повышения урожайности. Расширяя производство и применение азотобактерина, мы или сократим применение минеральных азотных удобрений, или будем расширять производство этих удобрений при одновременном повышении эффективности их путем использования совместно с азотобактерином. Вот как стоит вопрос перед сельскохозяйственным производством. Нельзя более уклоняться от разрешения этого вопроса.

Вот почему недопустима беспечность в вопросах теории действия азотобактерина. В таком же положении находится и фосфоробактерин, о действии которого судят по способности бактерий разлагать органические соединения фосфора в чистых культурах. А что делают эти бактерии в почве, какова судьба их после того, как они внесены в почву вместе с семенами? В какой мере увеличивается количество фосфорной кислоты в почве от применения фосфоробактерина? Какие сдвиги происходят в ризосферной микрофлоре в целом от применения бактериальных удобрений. Вот минимум вопросов, на которые мы должны получить ясные ответы.

Очень серьезное внимание должно быть обращено и на силикатные бактерии с точки зрения улучшения калийного питания растений за счет источников калия в почве.

Пришла пора пересмотреть общепринятый взгляд на специфичность микрофлоры каждого вида растения. Различные виды растений по-своему влияют на микрофлору почвы. Это теперь не вызывает сомнений. Но из этого многие делают неверный вывод, что вся микрофлора ризосферы является специфичной для каждого вида растений. К сожалению, упускается при этом из вида, что каждое растение может влиять сообразно своим видовым особенностям и на неспецифическую для него микрофлору почвы, например на нитрификаторов, которых, как хемотрофов, никак нельзя заподозрить в специфичности для каких-нибудь видов растений.

Наряду со специфическими микроорганизмами в ризосфере много и неспецифических для вида растения микробов, которые предпочитают поверхность корня почве.

К специфическим для определенных видов растений относятся лишь те микроорганизмы, которые способны жить внутри растения. Это симбионты растений, например, клубеньковые бактерии и микоризные грибы, а также многочисленные паразиты. Они специфичны потому, что подвержены действию внутренних, специфических для вида факторов иммунитета растений.

Все остальные сапрофитные микроорганизмы никогда не живут внутри растения и не подвергаются влиянию внутренних факторов его видовой специфики. Поэтому они не специфичны для отдельных видов растений.

Таковы, например, все эпифитные микроорганизмы, живущие на поверхности живых здоровых растений. Они разнообразны и никогда не живут внутри растения. Любой вид эпифитного микроорганизма может жить на растениях самых разнообразных видов. Без них в природе нельзя встретить ни одного растения.

Вопрос о специфичности ризосферной микрофлоры имеет принципиальное значение не только для теории, но и для практики. Признавая строгую специфичность всей ризосферной микрофлоры, мы должны отрицать возможность изменения ее видового состава. Если у каждого вида своя специфическая микрофлора, зависящая от вида растения, то никакой агротехникой ее состав не изменишь. Возможности управления ею ограничиваются лишь количественным усилением или ослаблением ее. Отрицая такую специфичность микрофлоры, мы должны признать возможность выращивания любого вида растения с различной микрофлорой при искусственном изменении ее состава. Тогда перед нами открывается новая возможность управления микрофлорой, влияния на урожай растений и устойчивость их к болезням. Реальность такого управления уже доказана.

Значительного пересмотра и доработки применительно к почве требует теперь теория минерального питания растений, которая строилась на опытах с растениями в водных и песчаных культурах. В почве питание растений значительно отличается от питания в водных культурах, и роль микроорганизмов в этом процессе выглядит иначе. На недопустимость отождествления водных и песчаных культур с почвенными указывал еще Тимирязев.

Это обстоятельство породило в последнее время различные мнения о природе питания растений. Организация широкого обмена мнений и принципиальная научная критика ускорят правильное развитие науки и в этой области.

Нет никаких сомнений в том, что современная микробиология почвы, вселяющая чувство неудовлетворенности, переживает болезнь роста, развития, а не застоя.

Чем шире будет развернута деловая, научная критика, тем скорее советская почвенная микробиология избавится от того тяжкого недуга, который состоит в отставании ее от сельскохозяйственного производства, тем скорее она достигнет требуемого уровня — займет первое место в мире.

Московское отделение Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии

Получено 22.I.1954 г.

МАТЕРИАЛЫ К ИСТОРИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ МИКРОБИОЛОГИИ В СССР

МИКРОБИОЛОГИЯ В СПИРТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И. Л. Работнова

Теория спиртового брожения во многом обязана русским исследователям. Если первое крупное открытие природы брожения принадлежит Пастеру, то все дальнейшие этапы изучения брожения были намечены русскими учеными. В 1871 г. Манассеина за 25 лет до знаменитых работ Бухнера открыла бесклеточное спиртовое брожение. Это обстоятельство не нашло, однако, признания за рубежом, и даже у нас часто забывали приоритет русских ученых в этой области. Следует подчеркнуть, что следующее крупнейшее открытие в изучении спиртового брожения принадлежит Иванову. Еще в 1903 г. он обратил внимание на фосфорный обмен у дрожжей и показал, что дрожжи способны переводить неорганический фосфат в форму органического соединения, и доказал, что образуются фосфорные эфиры сахаров. Эту идею развили далее Гарден и Юнг в Англии, которым обычно и приписывают приоритет в открытии фосфорилирования при спиртовом брожении. Далее необходимо отметить известное открытие Лебедева — брожение мацерационного сока и гораздо менее известный факт, что Лебедевым была предложена оригинальная схема химизма спиртового брожения, более близкая к современным схемам, чем известная схема Нейберга. Он предположил, что сахар распадается на две триозы — глицеринальдегид и диоксиацетон, из которых первый претерпевает дальнейшее превращение в глицериновую кислоту и далее в пировиноградную. Как известно, именно эти вещества, но в фосфорилированном виде, признаются теперь как промежуточные продукты спиртового брожения.

Следующим этапом было открытие Костычевым ацетальдегида как предшественника спирта, причем это было сделано Костычевым раньше и независимо от Нейберга. И, наконец, нельзя не упомянуть работы Энгельгардта по выяснению роли аденозинтрифосфорной кислоты как переносчика энергии при брожении.

Микробиологические исследования, касающиеся практического применения спиртового брожения, именно производства спирта, начались в России только в Советский период.

Винокурение в старой России носило полукустарный характер, и только после революции, в последние десятилетия, оно превратилось в мощную спиртовую промышленность. Этому особенно содействовало открытие Лебедевым способа получения из спирта синтетического каучука. Рост промышленности повлек за собой и расширение исследовательских работ, в том числе и микробиологических, посвященных вопросам производства спирта.

Многие вопросы производства спирта из зерно-картофельного сырья уже были разработаны ранее за рубежом. Достижения микробиологии в бродильной промышленности суммированы в книге Ситникова «Микробиология брожения», выдержавшей три издания (первое в 1928 г., последнее в 1939 г.). Вопросы технологии освещены в книге Кирова (1927).

Достижения советской теории и практики спиртового производства, в том числе и результаты микробиологических исследований, изложены в

книге Климовского и Стабникова «Технология спиртового производства», вышедшей в свет в 1950 г.

Переработка мелассы и особенно гидролизатов и сульфитных щелоков развивалась в СССР совершенно оригинально. Современное состояние гидролизно-спиртовой промышленности, включая и вопросы микробиологии, освещено в трехтомном труде проф. Шаркова «Гидролизное производство» (1945—1950).

Научная работа по микробиологии винокурения сосредоточена во Всесоюзном институте спиртовой промышленности в Москве и его филиале в Киеве. Микробиологические вопросы гидролизно-спиртовой промышленности разрабатываются в Москве во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидролизно-спиртовой промышленности и в Ленинграде.

Ряд исследовательских работ выполнен работниками производств в заводских лабораториях.

Первый вопрос, который встает перед микробиологом в любом микробиологическом производстве,— это вопрос о соответствующей культуре микроорганизмов.

Сейчас все спиртовые заводы работают исключительно на специальных чистых культурах дрожжей, тогда как раньше они использовали хлебопекарные, пивные дрожжи и другие случайные закваски. Каждый вид сырья требует специфических рас дрожжей.

Хлебо-картофельное сырье издавна применяется для производства спирта.

Ситниковым (1929), а потом Силищенской (1940) проводилась работа по изучению имеющихся рас, поступивших в основном из-за границы и получивших у нас широкое распространение. Раса XII считается лучшей для хлебо-картофельных заторов. Раса II дает лучшие отброды, но сильное вспенивание при брожении затрудняет ее применение. Расы M[1] и K также рекомендуются для хлебо-картофельного винокурения, а раса XV для смешанного хлебо-картофельного и мелассового производства.

Всегда ли целесообразно применение одной чистой культуры в производстве? Не имеют ли преимущество комбинации нескольких рас?

Специальные исследования по применению смешанных культур проведены Комаровой (1937 и 1938). Она нашла, что можно подобрать такие комбинации рас, которые в смеси бродят лучше, чем каждая в отдельности. Для хлебо-картофельных заторов рекомендованы комбинации Logos + Sch. Pombe, XII + Sch. Pombe. Для заторов, смешанных с патокой, K + Sch. Pombe. Большая активность смешанных рас может быть объяснена тем, что в смеси одни дрожжи дополняют свойства других. Так, XII раса быстро бродит в первые сутки и медленно во вторые, Sch. Pombe — наоборот. В смеси они дополняют друг друга, и брожение идет интенсивнее. Однако в спиртовой промышленности комбинированные расы пока не нашли широкого применения.

Как известно, крахмалистое сырье подвергается осахариванию при помощи ячменного солода, богатого амилазой. Давно известно, что плесневые грибы (Asp. oryzae) также могут вырабатывать амилазу. Они применяются вместо солода в странах Востока. Грибы выращиваются на разваренном рисе, высушиваются вместе с субстратом и применяются в размолотом виде. В СССР осахаривание крахмала грибными препаратами изучали Плевако и Чебан в 1939 г. Они применяли Mucor D.

Фениксова (1941) предложила выращивать грибы на дробине зерно-картофельной барды. Проросшая масса мицелия вместе с дробиной су-

[1] Раса M — это комбинация из пяти активно бродящих рас, введенная в производство в Германии Геннебергом.

шится, размалывается и получается препарат амилазы. Технология применения грибного солода такая же, как и ячменного.

Работами Фениксовой и Сегаль (1941) показано, что при применении грибного диастаза выход спирта достигает 91—92% от теоретического, а при применении солода 88—89%. Объясняется это тем, что на солодорощение неизбежно тратится известное количество углеводов, а при применении гриба не происходит подобной траты материала, так как гриб можно выращивать на отходе производства — дробине барды. Кроме того, грибы дают более глубокое осахаривание углеводов. Фениксовой изучены Asp. oryzae и другие плесневые грибы: Asp. niger и Asp. ochraceus. Однако пока грибные амилазы менее активны, чем амилазы солода. Наивысшая активность при выращивании на барде — 3,9 г мальтозы на 1 г сухого вещества; Asp. oryzae на отрубях дает 5,75 г мальтозы, а солод — 10—11 г.

Спиртовое брожение можно вести периодическим методом или непрерывным. Периодический метод заключается в том, что известный объем сусла сбраживается в чану, затем чан опоражнивают и подготавляют для следующего брожения. Бо́льшую производительность можно получить при так называемом непрерывном методе, впервые предложенном Лебедевым в 1915 г. (Лебедев, 1932 и 1936). Принцип метода заключается в том, что брожение ведется в нескольких чанах, причем сусло непрерывно перетекает из одного в другой. В первом чану происходит начальная стадия брожения, в следующих чанах — все последующие стадии.

Таким образом, брожение разделено по его фазам и каждая ведется обособленно. Это позволяет поддерживать постоянные и оптимальные условия для каждой фазы. Кроме того, такой метод позволяет длительное время использовать одни и те же дрожжи. Нет нужды в перерывах для опорожнения и заполнения чанов, производственная посуда используется более полно. Примером технологического режима может служить метод Гладкого (1949).

Непрерывный метод брожения, который дает большую производительность по сравнению с периодическим методом, до сих пор не удается осуществить на зерно-картофельном сырье главным образом из-за инфекции, которая неизбежно вносится с солодом.

Вяткиным во ВНИИСП разработана технология глубинного выращивания плесневых грибов для получения препарата амилазы. Преимуществом глубинного выращивании является то, что можно получить стерильный препарат амилазы, который необходим для непрерывного метода брожения. Однако пока грибы не получили широкого применения.

После осахаривания крахмала следующим этапом производства является подкисление затора для придания ему элективных свойств. Дрожжи, как известно, хорошо выносят кислую реакцию среды — pH = 3,8—4,2. Вредители производства, главным образом гетероферментативные молочнокислые бактерии при pH = 4,0 развиваются плохо. Оптимальные условия для этих бактерий лежат в менее кислой зоне pH.

Обычно подкисление затора осуществляется при помощи Termobact. cereale (Bact. Delbrückii), которую вносят в затор до добавления дрожжей. Силищенской (1940) предложена выделенная ею из бражки культура № 52. Это комплексная культура, состоящая из двух видов, один близок к Termobact. cereale, другой несколько отличается. Эта симбиотическая культура ведет подкисление затора в 3—4 раза быстрее, чем Termobact. cereale при 50—51°.

Вопросы питания дрожжей при брожении на зерно-картофельном сырье не представляют особых затруднений, так как зерно-картофельное сырье является полноценным субстратом для дрожжей. Потребности в азотистом питании могут быть вполне удовлетворены. Однако сырье подвергается разварке при 140—160°. Поэтому оно может не сохранить витамины, необходимые для дрожжей. Витамины поступают в затор из

солода, который не подвергается термической обработке для сохранения в нем ферментов. Вопросы азотистого питания дрожжей, применяемых в винокурении, рассматриваются в работах ряда авторов (Захаров, Коновалов и Кинзбургская, 1938; Захаров и Назаренко, 1945; Коновалов, 1949). Исследования показали, что дрожжевая вода является наилучшим азотистым и витаминным питанием для XII расы, чаще всего применяемой при производстве спирта из крахмалистого сырья.

Самый процесс брожения изучался Комаровой (1950, 1951, 1952); она обратила внимание на то, что дрожжи при брожении окружены слоем среды, насыщенным продуктами жизнедеятельности и обедненным питательными веществами. Естественное перемешивание, вызывамое пузырьками углекислоты, выделяющейся при брожении, содействует обновлению раствора вокруг дрожжевых клеток и тем интенсифицирует брожение. Комарова подчеркивает, что естественное перемешивание, являясь следствием интенсивного брожения, в то же время является и фактором интенсификации процесса.

Обычно брожение ведут при температуре 28—30°. Однако брожение при более высокой температуре экономичнее, так как оно протекает быстрее.

Кроме того, при брожении при 40° тратится меньше времени на охлаждение после осахаривания и закисания, которое ведется при 50°. Специальные исследования показали, что дрожжи можно приучить к высокой температуре (Имшенецкий и Логинова, 1944; Логинова, 1948).

Интересно отметить, что при 40° адаптированная раса бродит так же, как неадаптированная при 30°, а количество клеток вдвое меньше. Если дрожжи, адаптированные к 40°, применить при 28—30°, то они дают тот же выход продуктов, что и неадаптированные, но размножаются в 1½—2 раза быстрее.

Адаптация к высокой температуре (35—36°) проводилась Райцевой для дрожжей, сбраживающих гидролизаты и сульфитные щелока. Некоторые расы (не все) удается приучить к этой температуре.

Целый ряд вопросов возникает при сбраживании свекловичной мелассы. Если 20—30 лет назад это была сложная проблема, то теперь она полностью решена. Советская техника так усовершенствовала технологический процесс, что теперь сбраживание патоки не представляет никаких трудностей. В производство внедрены непрерывные способы ведения брожения, предложенные Лебедевым. Технологический процесс ведется с учетом всех достижений в изучении питания дрожжей. Дрожжи получают все необходимое для нормального питания.

Обычно патока содержит недостаточное количество усвояемых азотистых веществ и витаминов. Кроме того, в ней нехватает фосфора для нормального питания дрожжей. Поэтому к патоке при приготовлении сусла добавляют дрожжевой автолизат как источник азота и витаминов и суперфосфат.

По данным Коновалова (1940) и Криштул (1940), возможно нормальное сбраживание патоки и без специальных добавок азотистых веществ. Однако, ввиду колебаний в химическом составе разных партий патоки, едва ли это возможно во всех случаях.

Патока не является стандартным сырьем, не только по химическому составу, но и по микрофлоре. Киров с сотрудниками (1935, 1938) показали, что в патоке всегда содержится богатая микрофлора. По данным Колкера (1938), общее количество микроорганизмов колеблется от 30 до 500 млн. на 1 г. Патоки с обильной микрофлорой, содержащие микроорганизмы, вредно действующие на дрожжи, сбраживаются плохо. Для обнаружения этой микрофлоры Кировым предложен метод по микробиологическому контролю качества патоки. Метод заключается в том, что патоку разбавляют водой и ставят на самоброжение. При этом выявляется имеющаяся в нем микрофлора. Кроме того, ставятся опыты на

угнетение. Разбавленная патока засевается дрожжами, и делается ряд пересевов из отбродившей пробы в новую. Через некоторое количество пересевов спиртовое брожение может быть подавлено из-за развития микроорганизмов, вредных для дрожжей. Чем меньше пересевов удается сделать, тем более заражена меласса вредными для дрожжей бактериями.

Были сделаны попытки (Киров и Фалькович, 1938; Квасников, 1938, 1938а) применения антисептиков при сбраживании патоки. Однако эти исследования успеха не имели.

Вопросам активирования брожения на патоке посвящена работа Плевако и Кинзбургской (1932). Ими показано, что добавка адсорбентов к мелассе активирует брожение. Особенно благоприятно действие угля. Часто замедление брожения обусловлено избытком калийных солей. Куликов и Попова (1932) показали, что соли Са могут оказать защитное действие, но лишь при очень высокой концентрации калийных солей — 10% и при условии высоких концентраций сахара — 25%. Практического значения это иметь не может, так как в сусле не бывает такого количества калийных солей.

Расы дрожжей, применяемые для хлебо-картофельного сырья, оказались не пригодными для сбраживания паточных сусел. Еще в 1918 г. технорук винокуренного завода Якубовский задался целью вывести специальную расу для паточного производства. В течение шести лет он систематически отбирал наиболее хорошо работающие дрожжи и вновь пускал их в производство. Таким образом была получена раса Я, нашедшая широкое применение на паточных заводах. Она детально описана Файбишенко (1935), ее изучал Нахманович (1951). Эта раса отличается осмофильностью. Это свойство и дает ей возможность активно размножаться в паточном сусле, содержащем большое количество солей. Кроме расы Я Якубовским предложена для патоки раса $Я_{III}$ (1938). Ситниковым (1929) выделена раса S, также пригодная для сбраживания паточных сусел.

Следует отметить, что метод селекции дрожжей с производства, так удачно примененный Якубовским, сравнительно мало использовался в дальнейшей работе. Вопрос о систематической селекции дрожжей с производства ныне вновь поднят в статье Кудрявцева (1951), вызвавшей оживленный обмен мнений на страницах журнала «Микробиология».

При переработке мелассы возможно многократное использование одних и тех же дрожжей. Вовк и Светник (1940) во ВНИИСП в производственных условиях показали, что одни и те же дрожжи можно использовать до 14 раз. Это дает экономию в сахаре, тратящемся на размножение дрожжей.

На спиртовых заводах обычно не ведут размножения чистой культуры дрожжей из пробирки, а пользуются большим количеством исходных дрожжей в отпрессованном или сушеном виде. По инициативе Гивартовского с 1934 г. практиковалась рассылка на заводы сушеных дрожжей чистой культуры.

Для подкисления патоки обычно применяют серную кислоту, так как Termobact. cereale в паточном сусле плохо приживается. Квасниковым (1938) рекомендованы вместо Termobact. cereale — Bact. brassica fermentati и Bact. cucumeris fermentati. Однако то обстоятельство, что они могут развиваться при 34° (а не при 50, как Termobact. cereale), таит в себе опасность развития посторонних микроорганизмов, и применение этих бактерий в практику не вошло.

Как известно, побочным продуктом при спиртовом брожении являются сивушные масла. Являясь нежелательной примесью в процессе получения спирта, эти вещества считаются ценными для химической промышленности. Поэтому представляют интерес специальные исследования образования сивушного масла при брожении. Сегаль (1938, 1939) изучено влияние концентрации сивушного масла на дрожжи, их размножение,

морфологию. 0,7—0,8% сивушного масла в бражке может полностью задержать брожение. Обширные работы по экспериментальному исследованию и подбору литературы по вопросу об образовании сивушного масла принадлежат Залесской (1937, 1938, 1941), Залесской и Коновалову (1941). Ею изыскивались оптимальные условия для максимального образования сивушных масел.

Исследования механизма образования сивушных масел проливают свет и на некоторые стороны азотистого питания дрожжей. Известно, что дрожжи строят белок своего тела из углерода продуктов расщепления сахара, а аммиак они добывают, дезаминируя аминокислоты, имеющиеся в среде. При этом остатки аминокислот, главным образом лейцина, превращаются в спирты. Исследования Коновалова (1950) показали, что различные аминокислоты используются дрожжами по-разному. При росте на смеси аминокислот потребление каждой аминокислоты соответствует ее содержанию в белке. Повидимому, в некоторых случаях для построения белка используются не только аминогруппы, но и углеродные остатки аминокислот. Изучение динамики накопления сивушного масла показало, что сбраживание сахара и образование сивушного масла идут параллельно. Образование сивушных масел происходит только тогда, когда в среде достаточно сахара. Данные Коновалова подтверждают предположение о том, что из продуктов распада сахара образуются углеродные скелеты аминокислот, в том числе и лейцина, которые далее могут восстанавливаться в спирты.

Захаров и Лещинская (1938) и Захаров и Назаренко (1945) пришли к заключению, что для увеличения выхода сивушного масла очень важно, чтобы в среде было возможно меньше других источников азота, кроме лейцина, так как при наличии благоприятных форм азота лейцин не используется. Поэтому добавление лейцина к такой полноценной среде, как хлебный затор, не эффективно. Надо стремиться к уменьшению в среде азота и увеличению углерода. Для максимального выхода сивушного масла необходимо создать определенное соотношение в среде углеводов и лейцина. Дополнительное внесение лейцина в среду и хорошая аэрация позволяют получить до 7,5% высших спиртов по отношению к общему количеству образовавшихся спиртов. В качестве источника лейцина может служить альбумин крови или технический лейцин.

В работах ВНИИСП большое внимание уделяется использованию отходов спиртового производства — барды. Как уже упоминалось, дробина барды может применяться для выращивания плесневых грибов, применяемых взамен солода. Кроме того, барда может быть использована как субстрат для выращивания дрожжей.

Фениксова (1943) разработала метод получения пекарских дрожжей из барды. Ферменты солода не затрагивают целый ряд веществ углеводного характера, содержащихся в крахмалистом сырье. Между тем эти вещества (гемицеллюлозы, пектиновые вещества и др.) могут быть гидролизованы грибными ферментами с образованием редуцирующих сахаров. После обработки барды препаратом гриба получается среда, очень пригодная для дрожжей и не требующая никаких добавок. Гриб для этой цели выращивается на дробине барды. Из 1 м³ барды получают 15 кг прессованных хлебопекарных дрожжей. Этот метод применяется на производстве.

Барда может быть использована для получения концентрированных кормов. Она богата белковыми веществами и витаминами. Однако она представляет затруднение при упаривании и фильтрации из-за содержания коллоидных веществ. Комарова (1941) предложила настаивать барду с препаратом плесневых грибов (дробина барды с выросшим на ней грибом Asp. oryzae.). При этом происходит гидролиз коллоидных веществ — декстринов, пектиновых веществ и других, затрудняющих упаривание и фильтрацию.

Особо следует остановиться на новой, сравнительно недавно возникшей отрасли спиртового производства — на получении спирта из гидролизатов древесины; первое такое производство было построено в 1934 г. Все микробиологические вопросы, возникшие в этой отрасли промышленности, разрешались самобытными, оригинальными путями.

Подбором дрожжей для нового производства занимались Зубкова, Кочукова и Зац (1936). Они нашли, что из ряда известных рас, применяемых в промышленности, XII раса дает наилучшие результаты.

На первых заводах были применены XII раса и винные дрожжи. Однако в процессе производства эти дрожжи не удержались и были вытеснены спонтанной микрофлорой. Объясняется это тем, что в гидролизатах содержится много веществ, вредных для дрожжей: муравьиная кислота, фурфурол, смолы. Не всякие дрожжи могут развиваться в такой среде.

Микрофлора гидролизно-спиртовых заводов неоднократно исследовалась. Мазилкин (1938) нашел в производстве специфические мелкие дрожжи, относящиеся к Sacch. exiguus. Друблянец (1949, 1950) нашла дрожжи, близкие к Sacch. cerevisiae.

Крючкова и Фишер показали, что Sacch. cerevisiae с одного завода были полностью вытеснены хорошо бродящими делящимися дрожжами. Кроме того, встречаются производства, на которых развиваются дрожжи, относящиеся к Torula utilis, но бродящие не хуже Sacch. cerevisiae. Этот факт интересен потому, что до сих пор Torula utilis применялась только как кормовые дрожжи.

Селекция дрожжей с производства дала новые расы, приспособленные к использованию гидролизатов,— расу 22, выделенную Медведевым, A_3, Ленинградскую 33 и другие. Самый процесс производства постепенно совершенствовался. Был введен возврат дрожжей (Медведев, Калюжный). Брожка сепарировалась, и дрожжи использовались в течение многих месяцев. Найден способ отделения живых и активных дрожжей от мертвых. Способ этот основан на том, что жизнедеятельные дрожжи находятся во взвешенном состоянии, тогда как мертвые оседают на дно. Малковым (1948) предложен способ активирования ослабленных дрожжей. Способ заключается в обработке дрожжей в течение одного часа вытяжкой из суперфосфата. Малков предполагает, что механизм действия фосфатов сводится к инактивации дыхательных систем, содержащих железо. При подавлении дыхания лучше проявляется бродильная функция

Процесс брожения фильтрованных сусел, паточных или гидролизатных, активируется при добавке твердой фазы. Этот вопрос служит предметом исследований Забродского и Мовчан (1946 и 1952). Эти авторы показали, что наличие в бродящем сусле твердой фазы, независимо от ее природы — стружки, глина, дробина затора, торф, активированный уголь и т. д.— содействует более полному сбраживанию. Механизм действия твердой фазы автор объясняет тем, что на ней адсорбируется значительное количество кислорода, необходимого для размножения дрожжей. Кроме того, твердая фаза препятствует пересыщению среды углекислотой, содействуя ее выделению из раствора. На брожение хлебокартофельного сусла, содержащего дробину, дополнительное внесение твердой фазы не оказывает действия.

Еще в 1935 г. Гуттерц предложил использование барды гидролизных и сульфитно-спиртовых заводов для выращивания кормовых дрожжей. В барде после производства спирта остаются неиспользованными пентозы. Плевако были выделены дрожжеподобные грибы, использующие пентозы, названные ею Monilia murmanica. Эти дрожжи оказались весьма удачными как по выходам, так и по питательной ценности. M. murmanica получила широкое применение на гидролизных и сульфитно-спиртовых производствах для получения белковой массы, пользующейся спросом со стороны животноводства.

Далее, были выделены и другие организмы для использования их в качестве кормовых дрожжей при выращивании на барде. Ранцан и Карасик в 1939 г. выделили из бражки торфо-гидролизного завода организм, названный ими Torula sphagnum и пригодный для той же цели.

Особенно много работала по подбору пентозных дрожжей Крючкова (1949, 1950). Ею выделены с производства Torula utilis и Candida и найдены оптимальные условия для получения высоких выходов и качества дрожжей. Добавка дрожжевого автолизата и растительных экстрактов усиливает рост. Интересно, что действие этих веществ сказывается не только при их наличии в среде, но и в последующих пассажах. Таким образом, в присутствии автолизата или экстрактов можно вести только подмолодку и не добавлять их в производственные чаны. Крючкова и Фишер наблюдали, что M. murmanica вытесняется другими, местными культурами. Вытеснение иногда полностью происходит за две недели. Крючкова делает вывод, что для каждого завода надо подбирать свои дрожжи.

Так как всякое производство спирта ведется в нестерильных условиях, то всегда имеется опасность возникновения инфекции. Вопросы инфекции требуют особого внимания при сбраживании зерно-картофельного сырья. До революции производство спирта велось сезонно — с осени до весны. На летнее время заводы становились на ремонт. Одной из причин остановки производства на лето было то обстоятельство, что брожение летом сильно страдало от инфекции. При более высокой температуре происходило закисание заторов, вызванное развитием молочнокислой флоры. При этом часть углевода терялась на образование кислот, главным образом молочной и уксусной, и повышались недоброды вследствие недостаточного осахаривания, так как слишком кислая реакция ухудшала работу амилаз. Однако разработанные ныне методы работы позволяют вести производство круглый год (Маравин, 1935). При замачивании зерна, а также перед употреблением солода производят обеззараживание его антисептиками.

Еще Лебедев ставил вопрос о применении хлора для обеззараживания солода. Затем применялись хлорная известь и формалин. Однако антисептики с солода неизбежно попадают в сусло. Какое действие они окажут на дрожжи? Логинова (1939) показала, что некоторые антисептики в известных концентрациях угнетают бактериальную микрофлору, не оказывая в то же время вредного действия на дрожжи. Особого внимания с этой точки зрения заслуживают SO_2 и салициловая кислота. Фенол более ядовит для дрожжей, чем для бактерий. Кроме того, дрожжи можно «приучить» к перенесению антисептиков.

Путем пересевов на средах со все повышающейся концентрацией SO_2 Логиновой (1941) удалось получить у XII расы такую разновидность, которая сбраживает сусло при 0,04—0,06% SO_2. Неадаптированные расы в этих условиях совершенно не развиваются. Интересно отметить, что полученная новая раса дает на среде с SO_2 обычное количество спирта, а клеток вдвое меньше. Следовательно, каждая клетка становится вдвое активнее. Подкисление сусла путем добавки серной кислоты или при заквашивании культурой Bact. Delbrückii, осуществляемое для создания элективных условий для спиртового брожения, при правильном ведении технологического процесса является эффективной мерой в борьбе с инфекцией. Умеренное подкисление, обусловленное молочной кислотой, вырабатываемой гомоферментативными бактериями, не вредит дрожжам и ферментам солода, но предотвращает развитие вредных бактерий. Однако случаи инфекции полностью не исключены.

Мирошниченко (1940) описаны случаи возникновения маслянокислого брожения при переработке патоки. Маслянокислое брожение сопровождается восстановлением нитратов, содержащихся в патоке до окислов азота. Последние выделяются из сусла в виде бурого газа, и спиртовое брожение приостанавливается. Для борьбы с маслянокислой инфекцией, по

данным Мирошниченко, может быть использован формалин и плавиковая кислота, которые дрожжи переносят лучше, чем маслянокислые бактерии.

Изучение инфекции и мер борьбы с ней проводилось Забродским (1950). Микробиологический контроль до сих пор не получил в спиртовой промышленности должного применения. Объясняется это главным образом тем, что нет простых и точных методов микробиологического анализа. Методы счета колоний и прямого счета не могут удовлетворить, так как важен не столько количественный, сколько качественный анализ микрофлоры того или иного сырья. Забродский предложил метод биохимического контроля. Этот метод заключается в постановке опытного брожения с внесением в стерильную среду нестерильных исследуемых продуктов: солода, патоки, воды и т. д. Сравнение конечной кислотности в опытном брожении и в контрольном показывает наличие кислотообразующих микроорганизмов.

Можно производить очистку дрожжей от инфекции. Вопросами очистки дрожжей интересовался еще Пастер. Он предложил промывку дрожжей в винной кислоте. Однако этот дорого стоящий способ не нашел применения. Изучением возможности очистки дрожжей занимался Ситников в Спиртовом институте (в 1934 г.). Он предложил молочную или серную кислоту. Обработка дрожжей серной кислотой при pH = 3,5—3,7 в течение двух часов убивает молочнокислые и уксусные бактерии, но не убивает дрожжей. С успехом применяется многократная промывка водой.

Дрель-Гитис (1938) предложена интересная идея — применение бактериофага молочнокислых бактерий для борьбы с вредителями спиртового производства. Был выделен бактериофаг, разрушающий один вид молочнокислых бактерий. Путем пассажей на смеси нескольких видов удалось получить поливалентный бактериофаг. Он оказался безвредным для дрожжей и оказывал благоприятное действие на брожение, инфицированное молочнокислыми бактериями. Эти исследования носили лишь предварительный характер.

Не лишен интереса вопрос о возможности использования в промышленности для целей борьбы с инфекцией явления насильственного антагонизма, открытого Шиллером (1952). Суть этого явления заключается в том, при известных условиях культивирования, а именно на сахаристой, но безазотистой среде, дрожжи, внесенные вместе с бактериями, вырабатывают антагонистические свойства, направленные против бактерий, лизируют последних и используют их в качестве азотистого питания. Такого рода насильственный антагонизм не является строго специфичным. В принципе не исключена возможность, что антагонистические качества можно будет передать дрожжам и в условиях производства. Однако подобного рода исследований в области технической микробиологии еще нет.

Изложенный материал показывает, что в СССР проведена огромная работа по микробиологии в спиртовой промышленности. Успешно начатая еще в начале столетия работа по выяснению биохимической сущности процесса брожения пошла по разным путям. Исследования велись как по линии микробиологического, так и технологического усовершенствования производственного процесса. Все этапы производства, начиная с подбора культуры и кончая изучением инфекции, были подвергнуты тщательному исследованию. Достигнуто значительное расширение и удешевление производства за счет разработки методов использования непищевого сырья. Работа осуществляется работниками производства и связанных с производствами отраслевых научно-исследовательских институтов. Исследования развивались совершенно оригинально. Зачастую при решении чисто практических вопросов по-новому освещались и вопросы теории.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова
Биолого-почвенный научно-исследовательский
институт

Получено 19.IV.1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

Бочаров С. П. Применение сушеных дрожжей в спиртовой промышленности. Спиртоводочн. пром-сть, вып. 5, 19, 1938.

Вовк Е. А. и Светник Р. Ю. Многократное использование дрожжей при переработке патоки на спирт. Новое в науке и технике спиртов. производства, 1940.

Гладкий Ф. С. Непрерывное брожение при переработке свеклосахарной патоки на спирт. Пищепромиздат, М., 1949.

Гольдфарб Р. Изучение больных паток и влияние их на процесс брожения. Сб. микроб. работ по паточн. производству спирта, стр. 144, 1935.

Гутгерц Н. Гидролиз растительных отходов и получение спирта и дрожжей из гидролизатов. Спиртоводочн. пром-сть, вып. 8, 20, 1938.

Дрель-Гитис Е. Бактериофаг молочнокислых бактерий — вредителей спиртового производства. Спиртоводочн. пром-сть, вып. 10, 14, 1938.

Друблянец Э. Э. Дрожжевая микрофлора гидролизных заводов. Сб. трудов ВНИИГС, III, 130, 1950.

Друблянец Э. Э., Болондзь Г. В. и Иванова З. Г. Чистые культуры дрожжей для сбраживания гидролизата. Гидролизн. пром-сть СССР, № 4, 13, 1949.

Друблянец Э. Э. и Фроловская Е. Б. Распространение бактериальной микрофлоры на гидролизных заводах. Сб. трудов ВНИИГС, III, 141, 1950.

Забродский А. Г. Влияние сорбированного твердой фазой кислорода воздуха на сбраживание сусла. Микробиология, XV, 493, 1946.

Забродский А. Г. Борьба с потерями от инфекции в спиртовом производстве. Гостехиздат УССР, 1950.

Забродский А. Г. и Мовчан А. А. О влиянии адсорбентов на спиртовое брожение. Биохимия, 17, 513, 1952.

Залесская М. И. Получение повышенных выходов сивушного масла при спиртовом брожении. Микробиология, VI, 598, 1937.

Залесская М. И. Образование сивушного масла при спиртовом брожении. Микробиология, VII, 546, 1938.

Залесская М. И. Образование сивушного масла при спиртовом брожении. Обзор литер. Микробиология, X, 97, 1941.

Залесская М. И. и Коновалов С. А. Получение сивушного масла при сбраживании патоки. Микробиология, X, 535, 1941.

Захаров И. П., Коновалов С. А. и Кинзбургская Ф. М. Вопросы азотистого питания дрожжей. Микробиология, VII, 643, 1938.

Захаров И. П. и Лещинская Р. И. Образование сивушного масла из технического лейцина. Биохимия, 3, 648, 1938.

Захаров И. П. и Назаренко Г. Ф. Применение продуктов автоклавного гидролиза белка для азотистого питания дрожжей и получения сивушного масла. Микробиология, XIV, 112, 1945.

Зубкова С. Р., Кочукова Н. Б. и Зац М. Р. К вопросу получения спирта из древесных гидролизатов. Биохимия, 1, 49, 1936.

Имшенецкий А. А. и Логинова Л. Г. Адаптация дрожжей к повышенной температуре. Микробиология, XIII, 1936, 1944.

Квасников Е. И. Замена бактерий Дельбрюка другими видами молочнокислых бактерий для подкисления заторов в паточном производстве спирта. Сб. микроб. работ, вып. 2, 165, 1938.

Квасников Е. И. Влияние некоторых антисептиков на энергию размножения дрожжей в паточном сусле. Сб. микроб. работ, вып. 2, 144, 1938а.

Киров А. А. Аппаратура и основные процессы химической технологии, 1927.

Киров А. А. Биологическое изучение больных паток. Сб. микроб. работ по паточн. производству спирта, вып. 1, 40, 1935.

Киров А. А. и Дрель-Гитис Е. В. Микрофлора патоки. Сб. микроб. работ, вып. 2, 5, 1938.

Киров А. А. и Лещинская С. С. Биологическое влияние воды на брожение паточных заторов. Сб. микроб. работ по паточн. производству спирта, вып. 1, 107, 1935.

Киров А. А. и Фалькович С. Б. Исследования действия формалина на производство спирта из мелассы. Сб. микроб. работ, вып. 2, 50, 1938.

Климовский Д. Н. и Стабников В. Н. Технология спиртового производства. Пищепромиздат, 1950.

Климовский Д. Н. и Фениксова Р. В. Производство спирта. М., 1950.

Колкер И. И. Микробиологическое исследование меласс. Микробиология, VII, вып. 2, 1938.

Комарова Л. И. Выхода спирта, сбраживание сахаров, размножение клеток в смешанной культуре дрожжей. Микробиология, VI, вып. 8, 1937.

Комарова Л. И. О скорости брожения Sacch. cerevisiae XII и Schizosacch. Pombe. Микробиология, VII, 958, 1938.

Комарова Л. И. Обработка барды ферментами грибов для улучшения ее фильтрации. Микробиология, X, 886, 1941.

Комарова Л. И. Влияние количества дрожжей на сбраживание сусла. Агробиология, № 5, 138, 1950.
Комарова Л. И. Влияние твердых частиц, перемешиваний и температуры на спиртовое брожение. Микробиология, XV, 140, 1951.
Комарова Л. И. Роль естественного перемешивания в спиртовом брожении. Микробиология, XXI, 579, 1952.
Коновалов С. А. Сбраживание патоки без дополнительного азотистого питания дрожжей. Спиртоводочн. пром-сть, вып. 9, 5, 1940.
Коновалов С. А. Питательная ценность различных азотистых соединений для дрожжей. Микробиология, XVIII, 250, 1949.
Коновалов С. А. Избирательная способность дрожжей к потреблению различных аминокислот. Микробиология, XVIII, вып. 4, 1950.
Коновалов С. А. Определение дозировок азота для питания дрожжей. Микробиология, XXI, 273, 1952.
Криштул Ф. Сбраживание паточных заторов без прибавления добавочного азотистого питания. Спиртоводочн. пром-сть, вып. 9, 8, 1940.
Куликов В. и Попова А. Антагонизм ионов и активизация спиртового брожения. Микробиология, I, вып. 1, 1932.
Крючкова А. П. Подбор производственных штаммов пентозных дрожжей. Гидролизн. пром-сть, № 4, 15, 1949.
Крючкова А. П. Активирование размножения пентозных дрожжей в древесных средах. Сб. трудов ВНИИГС, III, 101, 1950.
Крючкова А. П. и Немцова Н. П. Утилизация компонентов гидролизной барды пентозными дрожжами. Сб. трудов ВНИИГС, III, 110, 1950.
Кудрявцев В. И. О непрерывной селекции микроорганизмов из производства. Микробиология, XX, 155, 1951.
Лебедев С. В. Влияние на размножение, состояние и работу дрожжей метода непрерывного сбраживания. Брод. пром-сть, № 2 и № 3, 1932.
Лебедев С. В. Метод непрерывного спиртового брожения. Пищепромиздат, 1936.
Логинова Л. Применение антисептиков в спиртовом брожении. Спиртоводочн. пром-сть, № 3, 10, 1939.
Логинова Л. Г. Адаптация Sacch. cerevisiae к сернистому ангидриду. Микробиология, X, 211, 1941.
Логинова Л. Г. Адаптация дрожжей. Брожение, вызываемое дрожжами, адаптированными к высокой температуре. Микробиология, XVII, 15, 1945.
Мазилкин И. А. О дрожжах гидролизного производства спирта. Микробиология, VII, 611, 1938.
Малков А. М. Пути повышения выхода спирта и повышения его качества. Гидролизн. пром-сть СССР, № 4, 9, 1948.
Маравин Л. Н. и Фертман Г. И. Вопросы технологии производства спирта в летнее время. Пищепромиздат, М.— Л., 1935.
Мирошниченко П. Маслянокислое брожение в спиртовом производстве. Спиртоводочн. пром-сть, № 5, 3, 1940.
Нахманович Б. М. и Кочкина Л. В. О сбраживании рафинозы дрожжами расы Я в условиях переработки кормовой патоки на спирт. Биохимия, 16, 522, 1951.
Плевако Е. А. и Кинзбургская Ф. М. Активирование спиртового брожения адсорбентами. Микробиология, I, вып. 1, 1932.
Плевако Е. А. и Чебан М. Э. Осахаривание крахмалистых припасов плесневыми грибами. Сб. н.-и. работ сектора дрожжевой пром-сти, стр. 75, 1939.
Проскуряков Н. И., Гринберг Р. И. и Нечаева А. С. Сульфитные щелока жесткой варки, их подготовка и брожение. Сб. н.-и. работ сектора дрожжевой пром-сти, стр. 56, 1939.
Сегаль Р. Б. Влияние сивушного масла и его компонентов на дрожжи. Микробиология, VII, вып. 1, 1938.
Сегаль Р. Б. Влияние высших спиртов на брожение. Микробиология, VIII, 466, 1939.
Силищенская О. М. Чистые культуры дрожжей и молочнокислых бактерий для спиртовых заводов. Новое в науке и технике спиртов. производства, 1940.
Силищенская О. М. Новая культура молочнокислых бактерий № 52 для спиртовой промышленности. Новое в науке и технике спиртов. производства, 1940.
Ситников А. Смешанное винокурение хлебо-картофельных припасов и патоки и выбор расы дрожжей. Пищевая пром-сть, № 11—12, 31, 1929.
Файбишенко Ф. А. Исследование дрожжей расы Я. Сб. микроб. работ по паточному производству спирта, вып. 1, 11, 1935.
Фениксова Р. В., Сегаль Р. Б. Применение Asp. oryzae для осахаривания крахмалистого сырья в спиртовом производстве. Микробиология, X, 873, 1941.
Фениксова Р. В. Производство пищевых дрожжей из зерно-картофельной барды. 1943.
Фишер П. Н. Новая схема производства дрожжей. Гидролизн. пром-сть, СССР, № 3, 5, 1948.

Шарков В. И. Гидролизное производство. I. Гослестехиздат, М., 1945; II. Гослесбумиздат, М.— Л., 1948; III. Гослесбумиздат, М.— Л., 1950.
Шатунова И. А. и Иванов Н. Н. О бактериях, снижающих выход спирта на гидролизате древесины. Микробиология, VIII, 167, 1935.
Шиллер И. Г. Направленный антагонизм микробов. Гослесиздат УССР, Киев, 1952.
Шмелев. К вопросу о происхождении дрожжевой расы Я. Журн. брод. пром-сти, 4, 30, 1935.
Якубовский К. Дрожжи расы $Я_{III}$ для производства спирта из патоки. Спиртов. пром-сть, 3, 18, 1938.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

С. И. Кузнецов. **Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах.** Изд-во Академии наук СССР, М., 1952, стр. 300. Тираж 1500. Цена 14 р. 40 к.

В настоящее время назрела насущная потребность в обобщении имеющихся сведений в области микробиологии воды, понимая ее как некоторую практическую дисциплину, призванную отвечать на запросы народного хозяйства, гигиены, санитарной техники и промышленности, связанной с водными операциями.

Наша отечественная микробиологическая литература пополнилась обстоятельной монографией С. И. Кузнецова, посвященной описанию основных микробиологических процессов, протекающих в озерах. Сам автор предлагает свою книгу как «отдельную главу лимнологии, трактующую о роли микроорганизмов в изменении химического состава воды и иловых отложений и в многообразных превращениях веществ, связанных с продуктивностью водоемов» (стр. 3).

Однако на самом деле значение этой монографии шире и глубже, нежели ранее приведенное определение его. Это, скорее, изложение одного из крупных, основных разделов микробиологии воды.

С. И. Кузнецов не один десяток лет посвятил изучению озер (первая его работа, указанная в списке литературы, относится к 1925 г.). Монография основывается на многочисленных работах автора и его учеников по изучению озер в стационарных, экспедиционных условиях и на результатах наблюдений и опытов в экспериментальной обстановке с широким использованием отечественной литературы (296 названий) и иностранной (194 названия), где, как справедливо указывает автор, исследованиям микрофлоры озер уделяется значительно меньше внимания.

Монография состоит из восьми глав. Во введении дан краткий очерк истории микробиологических исследований озер, которую С. И. Кузнецов ведет от работ В. В. Воронина, выполнявшихся на оз. Глубоком в 1897 г. Автор отмечает высокий теоретический уровень, широкий охват исследуемых объектов и тесную связь с практическими потребностями народного хозяйства, характеризующие работы, проводящиеся в данном направлении в нашей стране.

Глава I (стр. 9—53) содержит элементы лимнологии, характеризующие озера, их воду и иловые отложения как среду обитания микроорганизмов, определяющую протекающие в них биохимические процессы. Здесь приведены основные сведения по гидрологии озер, характер их водного питания, температурный режим и т. п., а также по гидрохимии (характеристика растворенных в воде газов, минеральных и органических веществ). По ходу изложения дается ряд ценных методических указаний (например, по изучению окислительно-восстановительных условий в илах). Целесообразным представляется обратить внимание исследователей водоемов на ту часть растворенных в воде органических веществ, которые являются продуктами прижизненных выделений макро- и микронаселения воды. Сюда должны быть отнесены вещества типа витаминов, антибиотиков и такие, которые сообщают воде специфические запахи и привкусы или проявляют себя воздействием на количественный и качественный состав микронаселения воды. Этот вопрос, к сожалению, несмотря на его большой научный интерес и практическое значение, еще весьма мало затронут изучением.

Глава II (стр. 53—68) заключает методику микробиологических исследований; описаны приборы для отбора проб воды и илов; среди последних некоторые предложены автором (стратометр для получения монолитов поверхностных слоев ила и бур для «асептического» отбора глубинных проб донных отложений).

Далее, изложены методы микроскопического количественного учета микробиального планктона, перифитона и илов, а также учета отдельных физиологических групп микроорганизмов путем посевов на элективные питательные среды.

Здесь не лишним было бы напомнить читателям, что элективные среды в сущности не предназначены для количественных определений. Проведенные на многих из них определения могут дать ответ лишь на наличие и примерные количественные соотношения соответствующих возбудителей биохимических процессов. В этом направлении следует привлечь внимание исследователей к пользованию «оптимальными» средами (по А. А. Имшенецкому).

Глава III (стр. 69—98) касается распределения микроорганизмов в озерах. Автор справедливо отмечает, что видовой состав микрофлоры воды изучен весьма недостаточно, в особенности это касается автотрофов и олигокарбофилов, развивающихся мед-

ленно или даже совсем не образующих колоний на обычных плотных питательных средах, характеризующихся высоким содержанием органических веществ (тысячи миллиграммов на литр). Мало использованной остается возможность непосредственного учета микроорганизмов, различаемых по морфологическим признакам и по отношению к микрохимическим реакциям.

Представляет интерес предложение автора оценки «трофии» водоемов и характеристики процесса минерализации органического вещества в них по соотношению количества споровых и неспороносных форм сапрофитных бактерий.

Новым и, несомненно, прогрессивным является и то, что автор свои выводы о численности микроорганизмов, ее сезонных изменениях и вертикальном распределении микробов основывает на результатах их непосредственного микроскопического учета, который, несомненно, является наиболее объективным, точным и достоверным.

Далее, рассмотрены факторы, стимулирующие и подавляющие развитие бактерий в водоемах, и среди первых — влияние концентрации и усвояемости органического вещества в воде. Среди источников органического вещества, как уже упоминалось, надо назвать и продукты прижизненных выделений микронаселения воды, подчас трудно разрушающиеся или подавляющие биохимические процессы. О роли некоторых таких выделений как ограничителей размножения бактерий отмечается в выводах к этой главе.

В главе IV (стр. 97—136) подробно рассмотрены процессы, обусловливающие кислородный режим водоемов (потребление кислорода — на химическое окисление, на дыхание фитозоопланктоном, бактериями и окисление газов, выделяющихся со дна, и др.).

Этой группе вопросов посвящена обширная литература, в которой исследованиям наших отечественных ученых, и в частности С. И. Кузнецова, принадлежит одно из первых мест. Кислородный режим водоемов в значительной мере определяет оценку санитарного состояния их, в связи с этим данная глава представляет большой интерес для широкого круга исследователей водоемов.

Глава V (стр. 137—183) посвящена круговороту углерода. В ней подвергнуты анализу и рассмотрению многообразные процессы, ведущие к образованию органического вещества в водоемах и его распаду как в толще воды, так и в донных отложениях. В заключение приведена оригинальная общая схема, характеризующая круговорот этого элемента в водоемах, биохимические процессы, из которых он слагается, и микроорганизмы, осуществляющие эти процессы.

Главу VI (стр. 183—209), как и две предшествующие, можно считать центральной в рассматриваемой монографии. Круговорот азота в этой главе излагается по следующим трем основным линиям биохимических процессов: 1) усвоение элементарного азота, 2) превращение одних форм азота в другие и 3) процессы, ведущие к потере азота.

Учитывая отсутствие единства мнений по вопросу об источнике поступления азота в водоемы, автор ставит своей основной задачей дать характеристику баланса азота в них, что ему удалось сделать на примере оз. Черного (в с. Косине) (табл. 85).

В частности, особый интерес представляет то, что в данном озере оказалось возможным охарактеризовать значение планктонных синезеленых водорослей в пополнении запаса азота (табл. 78). Материалы, приведенные в этой и предшествующих главах, показывают, что мы в настоящее время располагаем достаточными сведениями для познания жизни водоемов в целом, а вместе с тем и для использования соответствующих процессов в желательных направлениях.

Глава VII — «Круговорот серы» (стр. 210—249). В этой главе изложены основные типы стратификации серы в водоемах, аэробные и анаэробные микробиологические процессы ее превращений и схема ее круговорота в озерах.

Глава VIII — «Круговорот железа» (стр. 250—271). Изложение круговорота этого элемента, а также попутно и сопровождающего его марганца проведено в общем по той же программе, как и в главе VII. Рассматривая вопрос о происхождении железных руд в озерах, автор приходит к выводу о достаточной обоснованности их биогенного происхождения. Здесь можно было бы добавить и круговорот меди, играющей, повидимому, заметную роль в некоторых озерах.

В последней главе IX (стр. 272—276) отмечаются «пути управления некоторыми процессами круговорота веществ с целью повышения народнохозяйственной ценности водоемов». Пути практического использования микробиологических процессов в водоемах столь многообразны, что нельзя не поставить в упрек автору малый объем этой главы. Сюда входят вопросы микробиологии питьевого водоснабжения, очистки сточных вод, оздоровления водоемов, повышения рыбной продуктивности, ведения хозяйства лечебных грязей и многие другие. Хотя изложение каждого из названных вопросов может составить содержание монографии, по объему соизмеримой с рассматриваемой, все же следует признать, что этой последней главе автором уделено внимания меньше, чем она того заслуживает.

Монография С. И. Кузнецова должна быть отнесена к числу таких книг, которые выдерживают не одно издание как потому, что она представляет интерес для широкого круга исследователей, так и потому, что работы автора в данной области продолжаются, в особенности в отношении решений ряда практических задач, отмеченных в последней главе.

В последующей работе автора над этой книгой желательно было бы, помимо

включения новых глав, излагающих круговороты кальция и фосфора в водоемах (о чем упоминает и сам автор на стр. 277), дать более подробное изложение методов исследования (описания приборов, состава питательных сред, деталей проведения некоторых наблюдений) хотя бы в виде приложений, чтобы избежать ссылки на литературные источники, нередко являющиеся библиографической редкостью.

Водоемы (озера), о которых идет речь в этой книге, в большинстве такие, на которых не отразилось существенно влияние человека и его разносторонней хозяйственной и промышленной деятельности. Такого рода водоемы, в частности и озера, становятся все более и более редкостью. Детальное изучение их представляет несомненный интерес, так как они могут быть использованы в качестве своего рода «масштаба» для оценки влияния на них народнохозяйственного использования. В связи с этим желательно пополнение книги сведениями о водохранилищах — водоемах в нашей стране с большим настоящим и еще бо́льшим будущим, близких во многих отношениях к озерам, характеризующихся довольно широкими возможностями воздействия на протекающие в них биологические процессы, при создании которых предусматривается самое широкое и разностороннее практическое использование их.

А. С. Разумов

В. И. Билай. **Ядовитые грибы на зерне хлебных злаков.** Изд-во Академии наук Украинской ССР, Киев, 1953, стр. 93.

Книга посвящена актуальному вопросу — биологии и систематике грибов рода Fusarium секции Sporotrichiella. Грибы этого рода, в частности виды секции Sporotrichiella, широко распространены в природе. Fusarium давно привлекают внимание микологов и фитопатологов как возбудители вредоносных заболеваний у ряда сельскохозяйственных растений. После того как была установлена этиологическая роль грибов Fusarium (секция Sporotrichiella) в заболевании алиментарно-токсической алейкии, они стали предметом внимания также со стороны санитарных микробиологов и врачей. Однако накопленные материалы далеко еще не систематизированы и крайне недостаточно освещены в литературе.

Наименее разработанным и наиболее трудным вопросом является систематика рода Fusarium. Имеющиеся определители Wollenweber и Reinking (1935) и Райлло (1950) не могут по целому ряду причин удовлетворить исследователя.

Приведенные в рецензируемой книге данные представляют собой в основном довольно обширный экспериментальный материал самого автора, являющегося большим специалистом в данной области. Вместе с тем автор использовал также данные других исследователей, главным образом отечественных.

Небольшая по объему книга (6 печатных листов) состоит из введения, пяти глав и заключения, насыщена фактическим экспериментальным материалом. В книге освещаются следующие вопросы: 1) токсичность различных культур видов секции Sporotrichiella; 2) действие их на растения; 3) некоторые вопросы их физиологии в связи с токсичностью; 4) отношение к температуре и кислотности среды разных видов Sporotrichiella; 5) систематика грибов секции Sporotrichiella рода Fusarium.

Тот факт, что автор в своих работах большое внимание уделяет изучению физиологии Fusarium sporotrichiella, несомненно, нужно приветствовать. Остановимся на некоторых положительных сторонах книги.

Автором представлен материал по изучению токсичности многих культур Fusarium sporotrichiella, выделенных из различных субстратов и принадлежащих по существующей классификации к различным видам. Токсичность определялась общепринятым методом кожной пробы на кролике и путем кормления лабораторных животных (различного возраста) зерном, зараженным в лаборатории чистыми культурами испытуемых грибов. В результате многочисленных исследований установлено, что характерным биологическим свойством грибов секции Sporotrichiella является способность образовывать токсические вещества, которые в различной степени выражены у штаммов, принадлежащих по существующей систематике к различным видам. Автор совершенно правильно приходит к выводу, что токсические свойства грибов Sporotrichiella выявляются полнее, если применять не только кожную пробу, но наряду с этим проводить и биологические испытания штаммов на соответствующей лабораторной модели. В связи с этим правильно предположение о том, что для определения токсичности культур следует учитывать как результаты кожных реакций (воспалительной и некротической), так и результаты опытов кормления животных.

На основании собственного экспериментального материала автор предлагает принципиально новую классификацию, более простую и построенную на более правильных морфолого-биологических основах. Существующие же классификации Fusarium построены в основном на морфологических и культуральных признаках, которые чрезвычайно легко изменяются под влиянием возраста, состава питательной среды и других условий. Они, кроме того, громоздки, включает в себя большое количество секций, видов, разновидностей и форм; для одного и того же вида имеется громадное число синонимов. Все это делает их непригодными для использования в практической работе.

Автор рецензируемой книги предложил новую систему секции Sporotrichiella, согласно которой все ранее описанные виды этой секции объединяются в один вид

Fusarium sporotrichiella с тремя разновидностями. Основанием для этого послужили данные по изменчивости морфологических признаков и токсические свойства большинства изученных штаммов из этой секции. В основу систематики автор положил морфологический признак — наличие у Fusarium sporotrichiella, наряду с макроконидиями, грушевидных, лимоновидных и иногда характерных шаровидных микроконидий. Этот признак отличает виды секции Sporotrichiella от других видов рода Fusarium и может быть положен в основу определения вида. Наличие таких микроконидий является постоянным, наименее подвергается изменчивости, за исключением тех отдельных случаев, когда спорообразование вообще отсутствует в силу особых условий культивирования. Токсичность для животных также характерна для видов этой секции, хотя может, конечно, изменяться и иногда полностью утрачиваться у отдельных штаммов. Классификация секции Sporotrichiella, предложенная автором, представляется обоснованной и облегчает работу по определению видов.

Книга Билай не лишена и некоторых недостатков. Автор не использовал всю отечественную литературу по токсичным Fusarium; например, разбирая вопросы изменчивости, вопросы токсинообразования, следовало бы упоминать и сослаться на работы, проведенные ранее другими авторами в этом направлении, которые получили аналогичные результаты. Следовало бы, говоря о токсических грибах из этой секции, отметить формы, выделенные из злаков и вызывающие алиментарный токсикоз типа остеодистрофии.

Приводя данные о росте культур на среде с клетчаткой (стр. 47), автор в табл. 18 указывает в графе «рост грибного мицелия» характер и интенсивность роста: «слабо» или «сильно развит»; следовало бы определить более точно, например, дать вес мицелия.

Для испытания токсичности грибных пленок проводится экстракция эфиром из испытуемых пленок, причем автор в одном случае указывает на длительность экстракции в 24 часа (стр. 49), а на стр. 51 предлагает экстрагировать 24—48 часов; поскольку процесс экстракции является очень существенным, необходимо точное указание о сроках его проведения. Кроме того, по нашим наблюдениям, экстракция вообще должна быть более продолжительной, чем 48 часов.

Наблюдая в динамике за ростом грибов и учитывая его по диаметру колоний, автор производил «посев небольшого кусочка мицелия в центр чашки»; для этих целей следовало бы более точно дозировать посевной материал, ибо «небольшой кусочек мицелия» — понятие довольно неопределенное.

С некоторыми данными и положениями автора мы не можем согласиться. Исследуя пригодность различных источников азотного питания, автор приходит к выводу, что в числе других аминокислот триптофан и тирозин являются мало пригодными источниками питания и при выращивании на средах с этими аминокислотами Fusarium sporotrichiella наблюдался слабый рост мицелия, отсутствие спороношения. В наших опытах с культурами Fusarium sporotrichiella, выделенными из зерна других географических зон, чем штаммы автора, наблюдался на триптофане и тирозине хороший рост, образование типичных микроконидий и нормальное токсинообразование. Если даже в данном случае дело заключается в особенностях географических рас, то и это имеет существенное значение и, повидимому, для того чтобы делать заключения о физиологических свойствах грибов, необходимо изучать штаммы с учетом экологии.

Касаясь вопроса о роли жира в токсинообразовании, автор высказывает (стр. 63) мысль: «что процессы токсинообразования видов секции Sporotrichiella непосредственно не связаны с расщеплением жиров», и далее: «образование токсических веществ в мицелии грибов и субстрате происходит при выращивании их на минерально-углеводных средах, не содержащих жиров». Несколько выше, на стр. 62, автор показал, что крахмал является лучшим источником углерода для роста грибов, чем масло из зерна проса. Это явление вполне закономерно, но не следует забывать того, что условия для роста не обязательно связаны с наилучшими условиями для токсинообразования на что указывает несколько выше и сам автор. Нам представляется неверным положение Билай о роли жира в токсинообразовании Fusarium sporotrichiella на том основании, что токсические вещества образуются и на минерально-углеводных средах. Известно, что может иметь место накопление жира за счет углеводов; образовавшийся жир в дальнейшем может подвергаться расщеплению с образованием жирных кислот. Согласно схеме маслообразовательного процесса в растениях по С. Л. Иванову, глюкоза является исходным продуктом, из которого и образуются масла. У грибов жир образуется за счет сахара (Aspergillus niger); известно, что Endomyces vernalis накапливает из сахара большое количество жира в клетках. Вполне вероятно, что и Fusarium sporotrichiella могут образовывать жир за счет углеводов в среде; в гифах его наблюдается иногда обильное количество жировых включений при выращивании культуры на синтетических средах без жира. В дальнейшем процесс токсинообразования может быть связан с расщеплением жира, образовавшегося из углеводов, находящихся в среде, а не только из добавленного в среду жира. Понятно, что токсические вещества образуются не только в так называемых «жировых» средах, но и в минерально-углеводных средах, с которыми работал автор; поэтому неправильно делается вывод, что поскольку рост и токсинообразование отмечаются на средах с крахмалом и сахарами (без добавления жира), токсинообразование у Fusarium sporotrichiella не связано с расщеплением жира, с липолитической активностью культур.

На стр. 86—88 дается описание секции Sporotrichiella, вида Sporotrichiella и трех его разновидностей. К сожалению, при описании культуральных свойств, формы и размеров конидий, хламидоспор и других морфологических признаков указано, что были использованы лишь декстрозно-картофельный или сусловый агар. Нет данных, на который день роста производилось описание культуры и измерение конидий, а это имеет большое значение; не говорится о росте на других дифференциальных средах, обычно применяемых при определении Fusarium (рис, ломтик картофеля, кислый картофельный агар). Если автор считает применение этих сред излишним, то об этом следовало бы сообщить.

Вообще недостатком является отсутствие описания методики определения Fusarium sporotrichiella, поскольку, автором предложена иная, несомненно, хорошая, классификация. Желательно было бы иметь рекомендации о сроках выращивания и регистрации роста, измерения конидий, о питательных средах, температурном режиме, постановке биологических проб.

В целом можно сделать заключение о несомненной ценности данной книги, которая очень своевременна и принесет большую пользу работающим в области фитопатологии и санитарной микологии.

Ю. И. Рубинштейн

БИБЛИОГРАФИЯ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ*
(1952—1953 гг.)

I. ОБЩАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ

а) Общие работы, морфология, биология и систематика

Action on requests for exceptions to Rule 3 relative to formation of family names from names of included genera. Internatl. Bull. Bact. Nomen and Tax., 1952, vol. 2, No. 3, p. 123—126.

Adams M. H. Classification of bacterial viruses: characteristics of the T_5 species and of the T_2, C_{16} species. J. Bact,, 1952, vol. 64, No. 3, p. 387—397.

Adams M. H. Cold Spring Harbor Symposium on the biological nature of virus. Science, 1953, vol, 118, No. 3055, p. 66—67.

Adams M. H. Criteria for a biological classification of bacterial viruses. Ann. New. York Acad. Sci., 1953, vol. 56, art. 3, p. 442—447.

Adams M. H. The genotypically and phenotypically heat resistant forms in the T_5 species of bacteriophage. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 164—174.

Adams W. R. and Pollard E. Combined thermal and primary ionization effects on a bacterial virus. Arch. Biochem. Biophys., 1952, vol. 36, No. 2, p. 311—322.

Adaptation in micro-organisms. Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4371, p. 235—236.

Adelstein S. J., Hershey F. B., Loofbourow J. R. and Sizer I. W. The stimulation of yeast growth and respiration by compounds produced by yeast cells irradiated with ultraviolet light, J. Cell. Comp. Physiol., 1952, vol. 40, No. 2, p. 269—278.

Ahmad M. The mating system in Saccharomyces. Ann. Bot., 1953, vol. 17, No. 66, p. 329—343.

Ahmad M. Single-spore cultures of heterothallic Saccharomyces cerevisiae which mate with both the tester strains. Nature, Lond., 1952, vol. 170, No. 4326, p. 546—547.

Allen M. B. The thermophilic aerobic sporeforming bacteria. Bact. Rev,, 1953, vol. 17, No. 2, p. 125—173.

Alper T. Inactivation of bacteriophage after irradiation. Brit. J. Radiol., 1953, vol. 27, No. 313, p. 50—54.

Alternative spellings of names and epithets in microbiology. Internatl. Bull. Bact. Nomen and Tax., 1953, vol. 3, No. 2/3, p. 70—72.

Anderson T. F. Stereoscopic studies of cells and viruses in the electron microscope. Amer. Nat., 1952, vol. 86, No. 827, p. 91—100.

Anderson T. F., Rappaport C. and Muscatine N. A. On the structure and osmotic properties of phage particles, Ann. Inst, Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 5—14.

Andrewes C. H. Classification and nomenclature of viruses. Ann. Rev. Microbiol., 1952, vol. 6, p. 119—138.

Asai T. and Ueda K. The aerobic mesophilic cellulose decomposing bacteria. IY—I. The properties of cellulolytic Pseudomonas as the oxidative bacterium. J. Agric. Chem. Soc. Japan, 1952, vol. 25, No. 6 p. 303—307.

Asakura Zensaku. Electronmicroscopic studies of spirochaetes. III. Causative organisms of rat-bite fever. Japanese J. Bact., 1952, vol. 7, No. 6, p. 567—570.

Astbury W. T. Hairs, muscles and bacterial flagella. Proc. Roy. Inst. Great Britain, 1952, vol. 35, part. I, No. 158, p. 154—162.

Atwood K. C. and Stapleton G. E. Lethal mutations and the bactericidal action of ionizing radiation. Naturwiss., 1952, Jg. 39, H. 14, S. 330—331.

Austrian R. Bacterial transformation reactions. Bact. rev., 1952, vol. 16, No. 1, p. 31—50.

Babudieri B. Ricerche di microscopio elettronico. IY. Studio morfologico del genere Treponema. Rend. Inst. Super. Sanita, Roma, 1952. vol. 15, No. 9, p. 711—722.

Bachofer C. S. Direct effect of x-rays on bacterial viruses, modified by physical state, in relation to the target theory. Science, 1953, vol. 117, No. 3037, p. 280—282.

---

* Составлена сотрудниками библиотеки Отделения биологических наук АН СССР под руководством доктора биологических наук Т. К. Лепина.

Bachofer C. S., Ehret C. F., Mayer S. and Powers E. L. The influence of temperature upon the inactivation of a bacterial virus by x-rays. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 1953, vol. 39, No. 8, p. 744—750.
Bachofer C. S. and Pottinger M. A. Protection of bacteriophage against x-rays by high concentrations of a neutral salt. J. gen. Physiol., 1953, vol. 36, No. 3, p. 345—360.
Baer B. S. and Krueger A. P. The B. mycoides N host-virus system. I. Differences in appearance and „rate of growth" of the lysogenic and parent indicator strains. J. gen. Physiol., 1952, vol. 35, No, 6, p. 857—864.
Baer B. S. and Krueger A. P. The B. mycoides N host-virus system. II. Interrelation of phage growth, bacterial multiplication, and lysis in infections of the indicator strain of B. mycoides N with phage N in nutrient broth. J. gen. Physiol., 1952, vol. 36, No. 1, p. 111—125.
Baer B. S. and Krueger A. P. The B. mycoides N host-virus system. III. Release of phage from the lysogenic strain. J. gen. Physiol., 1952, vol. 36, No. 1, p. 127—138.
Baldwin G. C. and Clark L. B. Radioactivity induced in yeast by 100 Mev x-radiation. Science, 1953, vol. 117, No. 3027, p. 9—10.
Balogh G. and Guba F. Electronenmikroskopische Beobachtungen über die Teilung des Mycobacterium tuberculosis (Typus Humanus). Acta physiol. Acad. Sci. Hungaricae, 1952, t. 3, fasc. 2, S. 465—467.
Barlow G. H. and Blum J. J. On the „contractility" of bacterial flagellae. Science, 1952, vol. 116, No. 3021, p. 572.
Barry P. J. and James A. M. Some physical investigations of the behavior of bacterial surfaces. I. The electrophoretic mobility of Aerobacter aerogenes. J. Chem. Soc. (London), 1952, vol. 9, p. 3340—3345.
Bartholomew J. W. and Mittwer T. Cellular structure as revealed by ultraviolet photolysis and the electron microscope. J. Bact., 1952, vol. 64. No. 1, p. 1—8.
Bartholomew J. W. and Mittwer T. Demonstration of yeast bud scars with the electron microscope. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 3, p. 272—275.
Bartholomew J. W. and Mittwer T. Effect of ultraviolet irradiation on gram positiveness. J. Bact., 1952, vol. 63, No. 6, p. 779—784.
Bassermann F. J. Beitrag zum Nachweis von Kernaequivalenten in Tuberkelbazillen. Ztbl. Bact., I. Abt., Orig., 1952, Bd. 158, H. 1/2, S. 104—105.
Bautz E. und Marquardt H. Die Grana mit Mitochondrienfunktion in Hefezellen. Naturwiss., 1953, Jg. 40, H. 20, S. 531.
Beerens H. Étude comparative de six souches de bactéries anaérobies non sporulées: Actinomyces bovis A. T. C. C. 8373 (bovine), A. bovis A. T. C. C. 8374 (humaine), A. israeli var. liquefaciens, Corynebacterium acnes, Corynebacterium avidum, Corynebacterium liquefaciens. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 6, p. 1026—1032.
Béguet M. Action de quelques antibiotiques sur divers types de B. prodigiosus issus de la même souche. Ann. Inst. Pasteur., 1953, t. 85, No. 3, p. 394—395.
Béguet M. Étude des conditions d'apparition des types dits „mutants" dans les cultures microbiennes. (Étude faite sur le B. prodigiosus). C. R. Soc. Biol., 1953, t. 147, No. 3—4, p. 260—261.
Béguet M. Étude des variations de type du B. prodigiosus. I. Variations au cours du vieillissement en bouillon normal. Arch. Inst. Pasteur, 1953, t. 31, No. 3, p. 295—303.
Béguet M. Variations de la tension superficielle et du pH dans l'évolution d'une culture bactérienne en bouillon normal. (Étude faite sur B. prodigiosus). C. R. Soc. Biol., 1953, t. 147, No. 9—10, p. 797—798.
Beljanski M. Comparaison de souches bactériennes résistantes á des antibiotiques avec des souches sensibles de mêmes espèces. Ann. Inst. Pasteur, 1952, t. 83, No. 1, p. 80—101.
Beljanski M. Comparaison de souches bactériennes résistantes á la streptomycine avec des souches sensibles de mêmes espèces. C. R. Acad. Sci., Paris, 1953, t. 236, No. 10, p. 1102—1104.
Bennett F. W. Action of certain virucidal agents on lactic streptococcus bacteriophage. Iowa State Coll. J. Sci., 1952, vol. 26, No. 2, p. 169—170.
Benzer S. et Jacob P. Étude du développement du bactériophage au moyen d'irradiations par la lumière ultra-violette. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 186—204.
Berger H., Hass F. L., Wyss O. and Stone W. Effect of sodium azide on radiation damage and photoreactivation. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 5, p. 538—543.
Bergersen F. J. Cytological changes induced in Bacterium coli by chlorampheni. col. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 9, No. 3, p. 353—356.
Berk S. Biological effects of ionizing radiations from radium and polonium on certain fungi. Mycologia, 1952, vol. 44, No. 5, p. 587—598.
Berk S. Radiation mutants of Aspergillus niger. Mycologia, 1952, vol. 34, No. 6 p. 723—735.

Berk S. The effects of ionizing radiations from polonium on the spores of Aspergillus niger. Mycologia, 1953, vol. 45, No. 4, p. 488—506.
Berrie A. M. The effects of temperature on ultraviolet-induced mutability in Escherichia coli. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 1953, vol. 39, No. 11, p. 1125—1133.
Bertani G. and Weigle J. J. Host controlled variation in bacterial viruses. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 2, p. 113—121.
Beumer J. La spécificité de la fixation des phages sur les récepteurs microbiens. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 15—26.
Beutner E. H. The occurrence of mitosis in Bacillus megaterium and its relation to the growth cycle. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 6, p. 619—627.
Beutner E. H., Hartman P. E., Muddu S. and Hillier J. Light and electron microscopic studies of Escherichia coli-coliphage interactions. I. Preparative method comparative light and electron microscopic cytology of the E. coli. B-T_2 system. Biochim. Biophys. Acta, 1953, vol. 10, No. 1, p. 143—156.
Bhandari R. R. and Walker T. K. Lactobacillus frigidus n. sp, isolated from brewery yeast. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 2 p. 330—332.
Biagini C. Quantitative aspects of the indirect action of x-radiation at various concentrations on E. coli. Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4384, p. 868—869.
Bielig H. J., Kausche G. A. und Haardick H. Über den Zusammenhang von TTC-Reduktionsorten und sogenannten Nucleoiden bei Bacterien. Naturwiss., 1952, Jg. 39, H. 15, S. 354.
Birch-Andersen A., Maaløe O., and Sjöstrand F. S. High-resolution electron micrographs of sections of E. coli. Biochim. Biophys. Acta, 1953, vol. 12, No. 3, p. 395—400.
Bisset K. A. Complete and reduced life cycles in Rhizobium. J. gen. Microbiol., 1952, vol. 7, No. 3—4, p. 233—242.
Bisset K. A. The evidence for mitotic spindles in bacteria. Science, 1952, vol. 116, No. 3006, p. 154—155.
Bisset K. A. The interpretation of appearances in the cytological staining of bacteria. Exp. cell. Res., 1952, vol. 3, No. 4, p. 681—688.
Bisset K. A. Criticism of a technic claimed to demonstrate mitotic spindles in bacteria. Stain technology, 1953, vol. 28, No. 1, p. 45—48.
Bisset K. A. The cytology of Caryophanon latum. Mycologia, 1953, vol. 45, No. 5, p. 790—792.
Bisset K. A. Do bacteria have mitotic spindles fusion tubes and mitochondria? J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 1, p. 50—57.
Bisset K. A. Some relationships between morphology and antigenic structure in bacteria. Nature, Lond., 1953, vol. 171, No. 4364, p. 1118—1119.
Bisset K. A. and Hale C. M. F. Complex cellular structure in bacteria. Exp. cell. Res., 1953, vol. 5, No. 2, p. 449—454.
Bisset K. A. and Hale C. M. F. The cytology and life-cycle of Azotobacter chroococcum. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 3, p. 442—448.
Blair J. E. and Carr M. The bacteriophage typing of staphylococci. J. Infect. Dis., 1953, vol. 93, No. 1, p. 1—13.
Bloch H. Acid-fast bacteria. Ann. Rev. Microbiol., 1953, vol. 7, p. 19—46.
Bonner J. T. and Frascella E. B. Mitotic activity in relation to differentiation in the slime mold Dictyostelium discoideum. J. Exp. Zool., 1952, vol. 121, No. 3, p. 561—572.
Bonner J. T. and Frascella E. B. Variations in cell size during the development of the slime mold, Dictyostelium discoideum. Biol. Bull., 1953, vol. 104, No. 3, p. 297—300.
Borek E. and Rockenbach J. Inhibitors of phage formation produced by starving lysogenic organisms. Arch. Biochem. Biophys., 1952, vol. 40, No. 1, p. 223—224.
Borman E. K. Conservation of the generic name Bacterium and the family name Bacteriaceae. Internatl. Bull. Bact. Nomen. Tax., 1952, vol. 2, No. 2, p. 60—63.
Bourke A. R., Robbins M. L. and Smith P. K. Studies on the chemical inhibition of T_2 + bacteriophage. J. Immunol., 1952, vol. 69, No. 1, p. 75—88.
Bouthilet R. J. A taxonomic study of soil yeasts. Mycopath., 1951, vol. 6, fasc. 2, p. 79—85.
Bowen G. Kinetic studies on the mechanism of photoreactivation of bacteriophage T_2 inactivated by ultraviolet light. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 218—221.
Braun W. Studies on population changes in bacteria and their relation to some general biological problems. Amer. Nat., 1952, vol. 86, No. 831, p. 355—372.
Brauss W. Electronenoptische Beobachtungen an Coli-Bacterien. Ztbl. Bact., Abt. I, Orig., Bd. 158, H. 3/5, S. 339—341.
Breed R. S. The type species of the genus Micrococcus. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1952, vol. 2, No. 3, p. 85—88.
Breese S. S., jr., Gochenour W. S. and Yager R. Electron microscopy of Leptospiral strains. Proc. Soc. Exp. Biol. Mld., 1952, vol. 80, No. 2, p. 185—188.
Briggs M. The classification of lactobacilli by means of physiological tests. J. gen. Microbiol,, 1953, vol. 9, No. 2, p. 234—248.

Bringmann G. Electronenmikroskopische Analyse der Wirkung von Neoteben auf Mycobacterium avium Chester. Ztbl. Bact., Abt. I, Orig., 1953, Bd. 159, H. 8, S. 521—526.
Bringmann G. Electronenmikroskopische Befunde zur Wirkung von Chlor, Brom. Jod, Kupfer, Silber und Wasserstoffsuperoxyd auf E. coli. Ztshr., Hyg., 1953, Bd. 138, H. 2, S. 155—166.
Bringmann G. Electronenmikroskopische Beobachtungen der Entstehung filtrierbarer (L-) Formen von B. proteus unter Penicillin-Einfluss. Ztschr. Hyg., 1952, Bd. 135, H. 6, S. 557—565.
Bringmann G. Über Beziehung der Kernäquivalente von Schizophyten zu den Mitochondrien höher organisierter Zellen. Planta, 1952, Bd. 40, H. 5, S. 407—418.
Bringmann G. Vergleichende Darstellung der Kernäquivalente von Colibakterien im lichtmikroskopischen Färbeverfahren im Phasenkontrast- und im Elektonenbild. Ztschr. Hyg., 1952, Bd. 134, H. 3, S. 219—232.
Brisou J. Essai sur la systématique du genre Achromobacter. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 4, p. 812—814.
Brygoo E. B. Pseudomonas aeruginosa forme muqueuse. Ann. Inst. Pasteur, 1952, t. 83, No. 6, p. 820—822.
Bryson V. and Szybalski W. Microbial selection. Science, 1952, vol. 116, No. 3003, p. 45—51.
Burnet M. Virus classification and nomenclature. Ann. New York Acad. Sci., 1953, vol. 56, art. 3, p. 383—390.
Burns L. and Militzer W. Organelle nature of a cell granule from a thermophilic bacterium. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1953, vol. 82, No. 3, p. 411—413.
Buzzell A. and Lauffer M. A. X-ray studies on T_5 bacteriophage. Arch. Biochem. Biophys., 1952, vol. 39, No. 1, p. 195—204.
Calandron A. Conjugaisons et multiconjugaisons du mycélium de Champignons levuriformes á pigment noir. C. R. Acad. Sci., Paris 1953, t. 237, No. 1, p. 91—92.
Camien M. N. and Dunn M. S. A D-lactic acid-requiring mutant of Lactobacillus casei. J. Biol. Chem., 1953, vol. 201, No. 2, p. 621—628.
Carlson S. Der Einfluß von elektrischen Strömen auf Mikroorganismen. Ztschr. Hyg., 1952, Bd. 135, H. 3/4, S. 346—352.
Carvajal F. Phage problems in the streptomycin fermentation. Mycologia, 1953, vol. 45, No. 2, p. 209—234.
Casida L. E. and McCoy E. Acquired resistance in Candida albicans to an antibiotic produced by a sporeforming bacillus. J. Infect. Dis., 1952, vol. 90, No. 3, p. 283—291.
Castagnoli C. and Graziosi F. Determinazione delle dimensioni di in batteriofago attivo sul B. megatherium mediante il microscopio elettronico ed i raggi X. Rend. Ist. Super. Sanita, 1952, vol. 15, No. 2, p. 148—154.
Catlin B. W. Response of Escherichia coli to ferrous ions. I. Influence of temperature on the mutagenic action of Fe^{++} for a streptomycin-dependent strain. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 4, p. 413—421.
Catlin B. W. Response of Escherichia coli to ferrous ions. II. Influence of nitrogen and oxygen on the mutagenic and lethal effects of Fe^{++} for a streptomycin-dependent strain. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 4, p. 422—427.
Cavalli L. L., Lederberg J. and Lederberg E. M. An infective factor controlling sex compatibility in Bacterium coli. J. gen. Microbiol., 1953. vol. 8, No. 1, p. 89—103.
Chamberlain D. W. A halo-producing strain of Pseudomonas glycinea. Phytopath., 1952, vol. 42, No. 6, p. 299—300.
Chance H. L. Cytokinesis in Gaffkya tetragena. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 5, p. 593—595.
Chance H. L. The occurrence of „cell plates" in bacteria. J. Bact., 1953, vol 66, No. 2, p. 239—240.
Chang S. L., Isaac P. C. G. and Baine N. Studies on destruction of bacterial virus. III. Dynamics of the removal of bacterial virus (bacteriophage against Micrococcus pyogenes var. albus) in water by flocculation with aluminum sulfate. Amer. J. Hyg., 1953, vol. 57, No. 3, p. 253—266.
Chaplin C. E. Cytological changes in Bacillus species in stasis and death caused by quaternary ammonium compounds. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 6, p. 805—810.
Chapman G. B. and Hillier J. Electron microscopy of ultra-thin sections of bacteria, I. Cellular division in Bacillus cereus. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 3, p. 362—373.
Chapman G. H. Probable differences between intracellular and extracellular hydrogen ion concentration of certain coliforms. J. Bact. 1952, vol. 64, No. 5, p. 769—770.
Cheldelin V. H., Hauge J. G. and King T. E. Oxidative dissimilation in pantothenate-deficient Acetobacter suboxydans cells. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1953, vol. 82, No. 1, p. 144—147.
Chlorobacterium Guillebeau 1890 vs. Chlorobacterium Lauterborn 1915. The status of Chlorobacteriaceae Lauterborn 1913. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and. Tax., 1952, vol. 2, No. 3, p. 110—113.

Christophersen J. und Precht H. Untersuchungen über die Bedeutung des Wassergehaltes von Hefezellen für Temperaturanpassungen. Arch. Microbiol., 1952, Bd. 18, H. 1, S. 32—48.
Christophersen J. und Precht H. Untersuchungen zum Problem der Hitzeresistenz. II. Untersuchungen an Hefezellen. Biol. Ztbl., 1952, Bd. 71, H. 11/12, S. 585—601.
Ciferri R. A neglected definition of the genus Cryptococcus made by Rivolta (1873). Mycophath., 1952, vol. 6, fasc. 2, p. 135—136.
Clark F. E. The generic classification of the soil corynebacteria. Internatl. Bull. Bact. Nomen. Tax., 1952, vol. 2, No. 1, p. 45—46.
Clark J. B. The effects of chemicals on the recombination rate in Bacterium coli. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 1, p. 45—49.
Clark J. B., Galyen L. I. and Webb R. B. The effect of organic solvents on the appearance oi bacterial nuclei. Stain technol., 1953, vol. 28, No. 6, p. 313—319.
Clark J. B. and Webb R. B. The appearance of vesicular nuclei in some microorganisms. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 4, p. 498—500.
Clark P. F. A half century of presidential addresses of the Society of American Bacteriologists. Bacteriol. Rev., 1953, vol. 17, No. 3, p. 213—247.
Classification of the Bacteriaceae. Infernatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1952, vol. 2, No. 4, p. 137—140.
Cohen-Bazire G. et Jolit M. Isolement par sélection de mutants d'Escherichia coli synthétisant spontanément l'amylomaltase et la β-galactosidase. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 85, No. 5, p. 937—945.
Colmer A. R. and McCoy E. Some morphological and cultural studies on lake strain of Micromonosporae. Trans. Wisconsin Acad. Sci., 1950, vol. 40, part I, p. 49—70.
Comrie A. A. D. Yeast flocculation. Wallerstein Lab. Commun., 1952, vol. 15, No. 51, p. 339—345.
Connell G. N. and Skinner C. E. The origin of some species of the genus Candida in non-pseudomycelium-producing anascosporogenous yeasts. Mycopath., 1952, vol. 6, facs. 2, p. 65—71.
Conservation of the generic name Pseudomonas Migula 1894 and designation of Pseudomonas aeruginosa (Schroeter) Migula 1900 as type species. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1952, vol. 2, No. 3, p. 121—122.
Cormier M. J. and Strehler B. L. The identification of KCF requirement of long-chain aldehydes for bacterial extract luminescence. J. Amer. Chem. Soc., 1953, vol. 75. No. 19, p. 4864—4865.
Cowan S. T. Consequences of official opinions on bacteriological nomenclature. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 1, p. 111—112.
Culbt P. Sur les variations de la teneur en phosphore du mycelium d'«Aspergillus niger». Arch. Int. Physiol., 1953, vol. 61, fasc. 4, p. 560—561.
Curran H. R. Symposium on the biology of bacterial spores. Part Y. Resistance in bactrerial spores. Bacteriol. Rev., 1952, vol. 16, No. 2, p. 111—117.
Czekalowski J. W. Studies of reproduction of bacterial viruses. II. Effect of enzyme-inhibitors on the multiplication of the coliphage T_2. Brit. J. Exp. Path., 1952, vol. 33, No. 1, p. 57—65.
Davis M. Irradiation of B. subtilis with low voltage electrons. Bull. Amer. Phys. Soc., 1952, vol. 27, No. 1, p. 37.
Davis M. and Hutchinson F. Low-voltage electron bombardment of bacterial spores. Arch. Biochem. Biophys., 1952, vol. 39, No. 2, p. 459—461.
De M. L., Guha A. and Das-Gupta N. N. Phase contrast and electron microscopic studies on the nuclear apparatus of Escherichia coli. Proc. Roy. Soc. Ser. B., 1953, vol. 141, No. 903, p. 199—202.
De M. L., Guha A. and Das Gupta N. N. A variant of Bacterium coli. Nature, 1953, vol. 171, No. 4359, p. 879.
Dean A. C. R. Induced and other variations in bacterial cultures. Y. The effect of ultra-violet irradiation on Bact. coli with special reference to nutritional mutants. J. Chem. Soc., (London), 1952, No. 7, p. 2817—2822.
Dean A. C. R. Induced and other variations in bacterial cultures. YI. A comparison of the efficiency of the methods for isolating nutritional mutants. J. Chem. Soc. (London), 1952, No. 7, p. 2823—2826.
Dean A. C. R. and Hinshelwood C. Colony formation by Bact. lactis aerogenes on solid media containing antibacterial agents. Proc. Roy. Soc. Ser. B., 1952, vol. 140, No. 900, p. 339—352.
Dean A. C. and Hinshelwood C. Induced and other variations in bacterial cultures. YII. The stability of the nutritional requirements of the strains isolated after irradiation of Bact. coli. J. Chem. Soc. (London), 1952, No. 7, p. 2826—2831.
DeLamater E. D. A consideration of the newer methods for the demonstration of nuclear structure in bacteria and other micro-organisms. Mikroskopie, 1952, Bd. 7, H. 9/10, S. 358—362.
De Lamater E. D. Evidence for the occurrence of true mitosis in bacteria and certain applications. J. Invest. Dermatol., 1952, vol. 18, No. 3, p. 225—230.

De Lamater E. D. The nuclear cytology of Escherichia coli during mitosis. Genetics, 1952, vol. 37, No. 5, p. 576.
De Lamater E. D. Cytologic evidence for the occurrence of cellular and nuclear fusion in Bacillus megaterium. Bull. Torrey Bot. Club, 1953, vol. 80, No. 4, p. 289—298.
De Lámater E. D. and Hunter M. E. A further study of the chromosomes of Bacillus megatherium during vegetative mitosis, with particular emphasis on the prophase stages. Genetics, 1952, vol. 37, No. 5, p. 576—577.
De Lamater E. D. and Hunter M. E. Preliminary studies into the conditions controlling cellular fusion and secondary colony formation in Bacillus megaterium. J. Bact., 1953, vol. 65, N. 6, p. 739—743.
DeLamater E. D. and Woodburn M. Evidence for the occurrence of mitosis in the micrococci. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 6, p. 793—804.
DeLamater E. D., Yaverbaum S. and Schwartz L. The nuclear cytology of Eremascus albus. Amer. J. Bot., 1953, vol. 40, No. 7, p. 475—491.
Delaporte B. Etude cytologique d'un Escherichia coli colicinogene induit. Ann. Inst. Pasteur, 1952, t. 83, No. 4, p. 555—559.
Delleré R. Résultats d'observations et d'expérimentations sur la biologie de deux fruticoles (Penicillium digitatum et P. italicum). Parasitica, 1953, vol. 9, No. 2, p. 59—64.
Delmotte N. Mise en evidence des noyaux bactériens par traitement des frottis au lauryl-sulfate ou au lauryl-sulfonate de soude. Antonie van Leenwenhoek, 1953, vol. 19, No. 2, p. 117—120.
DeMars R. I. Chemical mutagenesis in bacteriophage T_2. Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4386, p. 964.
Demerec M. and Cahn E. Studies of mutability in nutritionally deficient strain of Escherichia coli. I. Genetic analysis of five auxotrophic strains. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 1, p. 27—36.
Deom J. et Mortelmans J. Influence de la concentration en peptone sur la culture et la sporulation de Bacillus anthracis. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 85, No. 5, p. 671—674.
Depoux R. Influence de divers antibiotiques sur la morphologie des Azotobacter. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 3, p. 641—643.
Dianzani M. U. Modification of some enzymatic characters of a strain of Staphylococcus albus obtained by treatment with desoxyribonucleic acid from other Staphyloccoci. Exp. cell. Res., 1953, vol. 5, No. 2, p. 311—319.
Dienes L. Electron micrographs made from L forms of Proteus and two human strains of pleuropneumonia-like organisms. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 3, p. 280—286.
Dienes L. L type cultures isolated from streptococci. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1953, vol. 83, No. 3, p. 579—583.
Dienes L. Some new observations on L forms of bacteria. J. Bact. 1953, vol. 66, No. 3, p. 274—279.
Dienes L. and Zamecnik P. C. Transformation of bacteria into L forms by amino acids. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 5, p. 770—772.
Doermann A. H. and Hill M. B. Genetic structure of bacteriophage T_4 as described by recombination studies of factors influencing plaque morphology. Genetics, 1953, vol. 38, No. 1, p. 79—90.
Dombrowski H. Über die Variabilität von Pseudomonas punctata. Arch. Mikrobiol., 1953, Bd. 18, H. 3, S. 322—326.
Dombrowski H. Vergleichende morphologische und physiologische Untersuchungen zwischen Pseudomonas punctata (Zimmermann) und Pseudomonas fluorescens (Flügge) sowie deren Vorkommen in der Natur. Biol. Ztbl., 1953, Bd. 72, H 9/10, S. 449—464.
Dondero N. C. and Zelle M. R. Observations on the formation and behavior of «conjugation» cells and large bodies in Azotobacter agile. Science, 1953, vol. 118, No. 3054, p. 34—36.
Dulbecco R. anb Weigle J. J. Inhibition of bacteriophage development in bacteria illuminated with visible light. Exper. 1952, vol. 8. fasc. 10, p. 386—388.
Duraiswami T. and Mitra K. K. Physiological consequences of polyploidy in yeasts. II. Growth and yield characteristics of the diploid and the autotetraploid brewery yeasts. J. Jndian Inst. Sci., 1952, vol. 34, No. 1. p. 25—32.
Duraiswami S., Rao S. K. S. and Subramaniam M. K. Extra reproduction of a chromosome in yeast. Exper., 1953, vol. 9, fasc. 8 p. 293—294.
Duraiswami S. and Subramaniam M. K. Studies on the mutagenic action of chemical and physical agencies on yeasts. Y. Effect of ultraviolet irradiation on a diploid brewery yeast. Proc. Indian Acad. Sci., Ser. B., 1952, vol. 35, No. 4, p. 155—166.
Eddy A. A. Death rate of populations of Bact. lactis aerogenes. II. Environmental and other factors influencing the form of the survival curve. Proc. Poy. Soc. Ser. B., 1953, vol. 141, No. 902, p. 126—136.
Eddy A. A. Death rate of populations of Bact. lactis aerogenes. III. Interpretation of survival curves. Proc. Roy. Soc. Ser. B., 1953, vol. 141, No. 902, p. 137—145

Eddy A. A. and Hinshelwood C. Death rate of populations of Bact. lactis aerogenes. I. Active adjustment of cells to adverse environments. Proc. Roy. Soc. B., 1953. vol. 141, No. 902, p. 118—125.
Edlinger E. et Giuntini J. Bactériophagie du bacille typhique par quelques phages Vi observée au microscope électronique. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 85, No. 5, p. 969—971.
Elford W. J., Guelin A. M., Hotchin J. E. et Challice C. E. Le phénomène de la bactériophagie chez les anaérobies (Welchia perfringens). Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 2, p. 319—327.
Elion G. B,, Singer S., Hitchings G. H., Balis M. E. and Brown G. B. Effects of purine antagonists on a diaminopurineresistant strain of Lactobacillus casei. J. Biol. Chem., 1953, vol. 202, No. 2, p. 647—654.
Emendation and recommendations for emendation. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1953, vol. 3, No. 2/3, p. 32—62.
Ende M., Don P. A., Elford W. J., Challice C. E., Dawson I. M. and Hotchin J. E. The bacteriophages of Pseudomonas aeruginosa. Filtration measurements and electron microscopy. J. Hyg., 1952, vol. 50, No. 1, p. 12—20.
Erikson D. Temperature growth relationships of a thermophilic actinomycete, Micromonospora vulgaris. J. gen. Microbiol., 1952, vol. 6, No. 3—4, p. 286—294.
Erikson D. The reproductive pattern of Micromonospora vulgaris. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 3, p. 449—454.
Erikson D. and Porteous J. W. The cultivation of Actinomyces israelii in a progressively less complex medium. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 3, p. 464—474.
Errera M. Induction par les rayons ultra-violets de formes filamenteuses dans des cultures de «Escherichia coli B.» Arch. Int. Physiol., 1953, vol. 61, fasc. 2, p. 257—258.
Evans E. A. The origin of the components of the bacteriophage particle. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 129—142.
Farrant J. L. and Rountree P. M. Electron microscopy of a staphylococcal bacteriophage. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 9, No. 2, p. 288—292.
Felton E. A. and Niven C. The identity of «Leuconostoc citrovorum, strain 8081». J. Bact., 1953, vol. 65, No. 4. p. 482.
Fernandez B., Haas F. L. and Wyss O. Induced host-range mutations in bacteriophage. Proc. Nat. Acad. Sci.. Wash., 1953, vol. 39, No. 10, p. 1052—1056.
Fischer R. and Larose P. Contribution on the behavior and structure of the cytoplasmic membrane of bacteria. Canad. J. Med. Sci., 1952, vol. 30, No. 1, p. 86—105.
Fitz-James P. C. The structure of spores as revealed by mechanical disruption. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 3, p. 312—319.
Flaig W., Beutelspacher H., Küster E. and Segler-Holzweissig G. Beitrage zur Physiologie und Morphologie der Streptomyceten. Plant and Soil, 1952, vol. 4, No. 2, p. 118—127.
Flegel H. Untersuchungen an fluorochromierten Mikrobrenkulturen. Ztbl. Bakt., Abt. I, Orig., 1953, Bd. 159, H. 5, S. 342—352.
Franklin R. M., Friedman M. and Setlow R. B. The ultraviolet action spectrum of a Bacillus megatherium bacteriophage. Arch. Biochem. Biophys., 1953, vol. 44, No. 2, p. 259—264.
Fraser D. and Williams R. C. Details of frozen-dried T_3 and T_7 bacteriophages as shown by electron microscopy. J. Bact., 1953, vol. 65, No, 2, 167—170.
Fraser D. and Williams R. C. Electron microscopy of the nucleic acid released from individual bacteriophage particles. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 1953, vol. 39, No. 8, p. 750—753.
Frédérico P. Action bactéricide des bactériophages des types II et III sans multiplication des corpuscules. C. R. Soc. Biol., 1952, t. 146, No. 7—8, p. 622—626.
Frédéricq P. Action bactéricide du bactériophage T. 6 sur une souche microbienne ne permettant pas sa multiplication. C. R. Soc. Biol., 1952, t. 146, No. 9—10, p. 800—803.
Frédéricq P. Cinétique de l'action bactéricide du bactériophage T. 6 inactivé par les rayons ultraviolets. C. R. Soc. Biol., 1952, t. 146, No. 17/18, p. 1442—1444.
Frédéricq P. Action des colicines E et K sur la multiplication de divers bactériophages. C. R. Soc. Biol., 1953, t. 147, No. 5—6, p. 533—537.
Fredericq P. Colicines et bactériophages. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 294—312.
Frédéricq P. Inhibition spécifique de certains bactériophages par les colicines E ou K. C. R. Soc. Biol., 1953, t. 147, No. 3—4, p. 357—359.
French R. C., Graham A. F., Lesley S. M. and Rooyen C. E. The contribubion of phosphorus from $T_{2r}+$ bacteriophage to progeny. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 5, p. 597—608.
Friedman B. A. Serological tests with some phytopathogenic species of Pseudomonas. Phytopath., 1953, vol. 43, No. 8, p. 412—414.

Friedman M. The bacteriophages of Bacillus megaterium. II. Stability in mono- and divalent ions. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 4, p. 501—502.
Friedman M. The influence of the host in determining the radiation sensitivity of a bacterial virus. Bull. Amer. Phys. Soc., 1953, vol. 28, No. 3, p. 70.
Friedman M. and Cowles P. B. The bacteriophages of Bacillus megaterium. I. Serological, physical and biological properties. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 4, p. 379—385.
Friedman M. and Pollard E. Ionizing radiation evidence for internal structure in a bacterial virus. Bull. Amer. Phys. Soc., 1953, vol. 28, No. 1, p. 55.
Frobischer M., Jr. Fundamentals of microbiology. 5th ed. W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1953, XXI + 633 p.
Furness G. Some factors affecting the destruction of Bacterium coli by shaking with glass beads. J. gen. Microbiol., 1952, vol. 7, No. 3—4, p. 335—339.
Furutani Y., Betz R. F. and Hedrick L. Vitamin requirements of Hansenula yeasts in relation to their phylogeny. J. Bact., 1953, vol. 65, No, 3, 276—280.
Gaden E. L. and Henley E. J. Induced resistance to gamma irradiation in Escherichia coli. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 6, p. 727—732.
Gainor C. and Price W. C. Studies concerning colonial variants of Agrobacterium tumefaciens. Phytopath., 1953, vol. 43, No. 9, p. 509—512.
Gattani M. L. Production of better penicillin producing strains by mutation induced by uranium nitrate. Science, vol. 116, No. 3022, p. 596.
Gilman J. C. The pure culture in taxonomy. Mycologia, 1953, vol. 45, No. 1, p. 1—6.
Gilman J. P. Studies on certain species of bacteria assigned to the genus Chromobacterium. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 1, p. 48—52.
Giuntini J., Edlinger E. et Nicolle P. Étude de quelques bactériophages typhiques Vi. Morphologie des corpuscules au microscope électronique, aspect des plages et thermosensibilité. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 4, p. 787—791.
Gold A. H., Houston B. R. and Oswald J. W. Electron microscopy of elongated particles associated with wheat streak mosaic. Phytopath., 1953, vol. 43. No. 8, p. 458—459.
Goldstein A. Effect of penicillin on streptomycin-dependent variants in Escherichia coli populations. Science, 1952, vol. 116, No. 3005, p. 113—114.
Goldstein A. Unusual lag and morphology associated with the origin of streptomycin-dependent Escherichia coli. J. Pharmacol. a. Exp. Therap., 1952, vol. 106, No. 4, p. 389—390.
Goodgal S. H. Failure to obtain intra-red effects upon X-ray inactivated E. coli. Genetics, 1952, vol. 37, No. 5, p. 585—586.
Gordon R, E. and Smith M. M. Rapidly growing acid fast bacteria. I. Species descriptions of Mycobacterium phlei Lehmann and Neumann and Mycobacterium smegmatis (Trevisan) Lehmann and Neumann. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 1, p. 41—48.
Graffi A., Kriegel H., Schreiber H. und Windisch F. Die photosensibilisierende Wirkung verschiedener cancerogener und nicht cancerogener Kohlenwasserstoffe auf die Hefezellen. Ztschr. Naturforsch., 1953, Bd. 8b, H. 3, S. 142—145.
Graham. A. F. The fate of the infecting phage particle. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 90—98.
Graham D. M. and Nelson F. E. Inhibition of lactic streptococcus bacteriophage by crystal violet and other agents. J. gen. Physiol., 1953, vol. 37, No. 1, p. 121—138.
Graham D. M. and Nelson F. E. Type and frequency of mutation to bacteriophage resistance in pure cultures of lactic streptococci. J. Dairy Sci., 1953, vol. 36, No. 6, p. 563.
Graham D. M., Parmelee C. E. and Nelson F. E. The carrier state of lactic streptococcus bacteriophage. J. Dairy Sci., 1952, vol. 35, No. 10, p. 813—822.
Grant M. P. Microbiology and human progress. Rinehart and Co., N.-Y. City, 1953, XVII + 718 p.
Green M., Alexander M. and Wilson P. W. Mutants of the Azotobacter unable to use N_2. J. Bact., 1953, vol. 66. No. 5, p. 623—624.
Gregory K. F. and Allen O. N. Physiological variations and host plant specificities of rhizobia isolated from Caragana arborescens L. Canad. J. Bot., 1953, vol. 31, No. 6. p. 730—738.
Grelet N. Le déterminisme de la sporulation de Bacillus megatherium. IV. Constituants minéraux du milieu synthétique nécessaires à la sporulation. Ann. Inst. Pasteur, 1952, t. 83, No. 1, p. 71—79.
Grossman J. P. and Postagate J. R. Cultivation of sulphate-reducing bacteria. Nature, Lond., 1953, vol. 171, No. 4363, p. 600—602.
Guild W. R. The inactivation of bacteriophage and catalase by soft x-rays. Arch. Biochem. Biophys., 1952, vol. 40, No. 2, p. 402—415.
Haas F. L. Wyss O., Berger H. and Stone W. S. Induction of mutations to antibiotic resistance in bacteria. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 3, p. 354.
Hackenthal H. and Bierkowski E. Streptococcenstudien. VII. Der Mischinfekt im flüssigen Nährboden. Ztbl. Bakt., Abt. I., Orig., 1953, Bd. 159, H. 8, S. 508—521.

Hannay C. L., Crystalline inclusions in aerobic spore-forming bacteria. Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4387, p. 1004.
Hansen P. A. A note on the name Streptococcus agalactiae Lehmann and Neumann. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1953, vol. 3, No. 1, p. 21—23.
Harden V. P. and Harris J. O. The isoelectric point of bacterial cells. J, Bact., 1953, vol. 65, No. 2. p. 198—202.
Hardwick W. A. and Foster J. W. Enzymatic changes during sporogenesis in some aerobic bacteria. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 4, p, 355—360.
Hardwick W. A. and Foster J. W. On the nature of sporogenesis in some aerobic bacteria. J. gen. Physiol., 1952, vol. 35, No. 6, p. 907—927.
Harm W. und Stein W. Beeinflussung der UV-Inaktivierung von Coli-Bakterien durch Bebrütungstemperatur und Nährboden. Ztschr. Naturforsch., 1953, Bd. 8b, H. 3, S. 123—132.
Harper G. J. and Morton J. D. Bacillus subtilis spores labelled with radiophosphorus. J. gen. Microbiol., 1952, vol. 7, No. 1—2, p. 98—106.
Hartman P. E., Mudd S., Hillier J. and Beutner E. H. Light and electron microscopic studies of Escherichia coli-coliphage interactions. III. Persistence of mitochondria and reductase activity during infection of Escherichia coli B with T_2 phage. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 6, p. 706—714.
Hatfield R. C. Practical experiments in general bacteriology. Wm.C. Brown Co. Duduque, Iowa, 1952, VI + 104 p.
Haussmann H. G., Kehler H. und Koch A. Elektronenmikroskopische Beobachtungen an wàrme-und ultraschallgeschädigten Bakterien. Ztschr. Hyg., 1952, Bd. 134. H. 6. S. 565—572.
Hayes W. Observations on a transmissible agent determining sexual differentiation in Bacterium coli. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 1, p. 72—88.
Hedrick L. R. and Burke G. C. Two new yeasts from Hawaiian fruit flies. Mycopath., 1952, vol. 6, fasc. 2, p. 92—95.
Heinmets F. Reactivation of ultraviolet inactivated Escherichia coli by pyruvate J. Bact., 1953, vol. 66, No. 4, p. 455—457.
Heinmets F., Vinegar R. and Taylor W. W. Studies on the mechanism of the photosensitized inactivation of E. coli and reactivation phenomenon. J. gen. Physiol., 1952, vol. 36, No. 2, p. 207—226.
Herčik F. Rozměry bakteriofága Escherichia coli. Československá Biologie, 1953, Roč. 2, č. 4, p. 198—201.
Herčik E. and Libikova H. Elektronová mikroskopie polyvalentniho fága. Československá Biologie, 1953, Roč. 2, č. 4, p. 202—205.
Herriott R. M. and Barlow J. L. Preparation, purification, and properties of E. coli virus T_2. J. gen. Physiol., 1952, vol. 36, No. 1, p. 17—28.
Herrmann E. C. and Steers E. Studies on the mechanism of the loss of chloramphenicol resistance in Escherichia coli. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 4, p. 397—403.
Hershey A. D. Intracellular phases in the reproductive cycle of bacteriophage T_2. Ann. Inst. Pasteur. 1953, t. 84, No. 1, p. 99—112.
Hickey R. J. and Tresner H. D. A cobalt-containing medium for sporulation of Streptomyces species. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 6, p. 891—892.
Higashi N. Studies on the mechanisms of reproduction of bacterial virus. Virus, (Kyoto Univ.), 1953, vol. 3, No. 1, p. 12—15.
Hill R. F. and Rossi H. H. Absence of photoreactivation in T_1 bacteriophage irradiated with ultraviolet in the dry state. Science, 1952, vol. 116, No. 3016, p. 424—425.
Hinsehelwood C. N. Spontaneous and induced mutation. Nature, Lond., 1953, vol. 171, No. 4345, p. 270.
Hnatko S. I. Concentric ring formation about plagues of M. phiei bacteriophage. Canad. J. Publ. Health., 1952, vol. 43, No. 2, p. 54—59.
Hoffman G. L. Streptomyces leidynematis, n. sp. growing on two species of nematodes of the cockroach. Trans. Amer. Microscopical Soc., 1953, vol. 72, No. 4, p. 376—378.
Hofman T. and Lees H. Composition and cytology of Nitrosomonas. Biochem. J., 1953, vol. 53, No. 1, p. V.
Hollaender A. and Stapleton G. E. Fundamental aspects of radiation protection from a microbiological point of view. Physiol. Rev., 1953, vol. 33, No. 1, p. 77—84.
Hollaender A. and Stapleton G. E. New aspects of the oxygen concentration effect in X-ray inactivation of bacterial suspensions. Federation Proc., 1953, vol. 12, No. 1, part. 1, p. 70.
Holmes F. O. Problems of viral nomenclature and classification. Ann. New York Acad. Sci., 1953, vol. 56, art. 3, p. 414—421.
Hotchkiss R. D. The biological nature of the bacterial transforming factors. Exp. cell. Res., 1952, Suppl. 2, p, 383—390.
Houwink A. L. A macromolecular monolayer in the cell wall of Spirillum spec. Biochem. Biophys. Acta, 1952, vol. 10, No. 3, p. 360—366.

Houwink A. L. and Kreger D. R. Observations on the cell wall of yeasts. An electron microscope and X-ray diffraction study. Antonie yan Leeuwenhoek, 1953, vol. 19, No. 1, p. 1—24.
Hughes K. M. Development of the inclusion bodies of a granulosis virus. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 3, p. 375—380.
Hughes K. M. Conservation of the generic name Borrelina and designation of the type species. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and. Tax., 1953, vol. 3, No. 2—3, p. 134—137.
Hughes W. S. The origin of the L-form variants in anaerobic cultures of Bacterium coli. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 2, p. 307—309.
Hurst H. An electron diffraction study of the structure and orientation of the lipids in yeast and bacterial cell walls. J. Exp. Biol., 1952, vol. 29, No. 1. p. 30—53.
Huybers K. Cationic reversion of induced phage development in Baccillus megatherium. Ann. Inst. Pasteur, 1953, vol. 84, No. 1, p. 242—253.
Ionesco H. Sur une propriété de Bacillus megaterium liée à la présence d'un prophage. C. R. Acad. Sci., Paris, 1953, t. 237, No. 25, p. 1794—1795.
Ivanovics G. Beitrage zur Systematik und Antigenstruktur der aeroben, mesophilen, sporentragenden Mikroben. Ztbl. Bakt., Abt. I., Orig., 1953, vol. 159. No. 3, p. 178—187.
Ivanovics G. and Horvath S. The structure of the capsule of B. megatherium. Acta Physiol. Acad. Sci. Hungaricae, 1953, t. 4, fasc. 1—2, p. 175—186.
Iyer V. and Bhat J. V. The «hay-bacilluss». Indian J. Dairy Sci., 1952, vol. 5, No. 4, p. 167—169.
Iyer V. and Bhat J. V. Thermal resistance of certain dominant aerobis bacilli. J. Sci. and Indust. Res. (India), 1952, vol. 11 B, No. 10, p. 427—430.
James A. P. An exceptionally frequent induced genetic change in yeast. Genetics, 1952, vol. 37, No. 5, p. 593.
Jankun A. Badania nad drożdżami występyjącymi na owocach krajowych. Acta Microbiol. Polonica, 1953, vol. 2, No. 1, p. 70—77.
Jeener H. and Jeener R. Cytological study of Thermobacterium acidophilus R_{26} cultured in absence of deoxyribonucleosides or uracil. Exp. çell. Res., 1952, vol. 3, No. 4, p. 675—680.
Jensen H. L. The coryneform bacteria. Ann. Rev. Mecrobiol., 1952, vol. 6, p. 77—90.
Jesaitis M. A. and Goebel W. F. Mechanism of phage action. Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4379, p. 622—623.
Jinks J. L. Heterokaryosis: a system of adaptation in wild fungi. Proc. Roy. Soc. Ser. B., 1952, vol. 140, No. 898, p. 83—99.
Johnsen J., Thjøtta Th. anb Rasch S. Quantitative agglutination studies in fungi. II. Serological relationship between C. albicans and C. stellatoidea. Acta path. microbiol. Scand., 1953, vol. 33, fasc. 1, p. 86—91.
Johnson J. The nature of viruses in relation to nomenclature. Ann. New York Acad. Sci., 1953, vol. 56, art. 3, p. 422—432.
Joklik W. K. The effect of phage infection on the metabolic activity of the host cell. Brit. J. Exp. Path., 1952, vol. 33, No. 4, p. 368—379.
Kanngiesser W. und Deubner B. Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Kartoffel-X-Virus in gefriergetrocknetem Tabakrohsaft. Natuwiss., 1953, Jg. 40, H. 16, S. 442.
Kaplan A. M., Lichtenstein H. and Reynolds H. The initial deviation from linearity of the thermal death rate curve of a putrefactive anaerobe J. Bact., 1953, vol. 66, No. 2, p. 245—246.
Kaplan R. W. Die Beeinflussung des Mutationseffektes bei Bacterium prodigiosum durch die Gasatmosphäre während oder nach der Bestrahlung mit kurzwelligem Ultraviolett. Arch. Mikrobiol., 1953, Bd. 18, H. 2, S. 210—231.
Kaplan S., Rossenbloom E. D. and Bryson V. Adaptive anzyme formation in radiation-sensitive and radiation-resistant Escherichia coli following exposure to ultra-violet. J. Cell. Comp. Physiol., 1953, vol. 41, No. 1. p. 153—162.
Katznelson H. and Sutton M. D. Bacteriophage in relation to Xanthomonas translucens. Canad. J. Bot., 1953, vol. 31, No. 6, p. 725—729.
Kauffmann F. Concerning the controversy over conservation of the generic name Bacterium and the family name Bacteriaceae. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1953, vol. 3, No. 2/3, p. 127—128.
Keil Dr. Der biologische Krieg. Urania, 1953, Jg. 16, H. 1, S. 1—10.
Kellenberger E. et Huber L. Contribution a l'étude des équivalents des mitochondries dans les bactéries. Exper. 1953. vol. 9, fasc. 8, p. 289—291.
Kellenberger G. E. La lysogénie d'une souche Bacillus cereus. Mise en évidence par le microscope électronique. Schweiz. Ztschr. allg. Path. u. Bakt., 1952, vol. 15, No. 2. p. 225—233.
Kenneth M., Smith F. R. S. and Xeros N. Development of virus in the cell nucleus. Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4380, p. 670—671.
Kermack W. O. and Lees H. The chemosynthetic microorganisms. Sci. Progress, 1952, vol. 39, No. 157, p. 44—54.
Khambata S. R. and Bhat J. V. Studies on a new oxalate-decomposing bacterium, Pseudomonas oxalating. J. Bact., 1953. pol. 66, No. 5, p. 505—507.

Kilkenny B. C. and Hinshelwood C. Changes in the growth characteristics of yeast on union of haploids and segregation of haploids from diploids. Proc. Roy. Soc. Ser., B., 1952, vol. 140, No. 900, p. 352—361.
Kilkenny B. C. and Hinshelwood C. An investigation of some adaptive changes in yeast cells. Proc. Roy. Soc. Ser., B., 1952, vol. 139, No. 897, p. 575—583.
Kleczkowski J. and Kleczkows A. Effect of specific polysaccharides from the host-bacteria and of ribonuclease on the multiplication of rhisobium phages. J. gen. Microbiol., 1952, vol. 7, No. 3—4, p. 340—349.
Kleczkowski J. and Kleczkowski A. The behaviour of Rhizobium bacteriophages during and after exposure to ultraviolet radiation. J. gen. Microbiol., 1953, No. 1, p. 135—144.
Klein D. T. and Klein R. M. Transmittance of tumor-inducing ability to avirulent crown-gall and related bacteria, J. Bact., 1953, vol, 66, No. 2, p. 220—228.
Kluyver A. J. The changing appraisal of the microbe. Proc. Roy. Soc., Ser. B., 1953, vol., 141, No. 903, p. 147—160.
Knaysi G. The structure, division and fusion of nuclei observed in living cells of Mycobacterium thamnopheos. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 6, p. 859—864.
Knaysi G. Symposium on the biology of bacterial spores. Part II. The cytology of sporulation. Bacteriol. Rev., 1952, vol. 16, No. 2, p. 93—101.
Koffler H. und Mallett G. F. Sind Bakterien-Geißeln aktive Bewegungsorgane oder nur Fäden der Außenschicht? Ztbl. Bakt., Abt. I, Orig., 1952, Bd. 158, H. 3/4, S. 357—358.
Kölbel H. Untersuchungen am Mycobacterium tuberculosis. II. Mitteilung. Granulum und Vakuole bei licht- und elektronenmikroskopischer Abbildung. Ztscht. Naturforsch., 1953, Bd. 8b, H. 11, S. 631—635.
Kondo K. and Takeda R. Studies on the oxidative bacteria. V. Relation between Pseudomonas and Eugluconobacter. J. Ferment. Technol. (Japan), 1952, vol. 30, No. 6, p. 256—259.
Kořínek J. Termotolerance in Agrobacterium radiobacter. Bul. Internatl. Prague, 1953, Ann. 52, No. 1, p. 217—222.
Krask B. J. Methionine sulfoxide and specific inhibition of sporulation in Bacillus subtilis. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 3, p. 374.
Krieg A. Fluoreszenzmikroskopischer Nachweis von Kernäquivalenten in Bakterien. Naturwiss., 1953, Jg. 40, H. 15, S. 414—415.
Krishnamurti K. and Soman S. V. Studies in the adsorption of bacteria. Part I. Adsorption of B. subtylis and B. coli by kaolin and charcoal. Proc. Indian Acad. Sci., Sect. B., 1951, vol. 34, No. 2, p. 81—91.
Kröger E. Experimentelle Untersuchungen zum morphologischen S/R- und antigenen O/o-Formenwechsel gramnegativer Darmbakterien. Ztschr. Naturfonsch., 1953, Bd. 8 b, H. 3, S, 133—141.
Krueger W. W. Principles of microbiology. W. B. Saunders Co., Philadelphia, 1953, XXIII + 648 p.
Krüger-Thiemer E. und Lembke A. Die Wirkung des Isonikotinsäurehydrazids auf die Zellmorphologie von Mykobakterien. Naturwiss., 1952, Jg. 39, H. 13, S. 307 - 308.
Kühlwein H. Neuere Untersuchungen über Myxobakterien. Ztbl. Bact., Abt., I, Orig., 1952, Bd. 158, H. 3/4, S. 346—349.
Kühlwein H. Untersuchungen über Chondromyces apiculatus Thaxter. Arch. Microbiol., 1952, Bd. 17, H. 4, S. 403—407.
Kutzenok A. and Aschner M. Degenerative processes in a strain of Clostridium butylicum. J. Bac., 1952, vol. 64, No. 6, p. 829—836.
Kwapiński J. i Pietraszkiewiczowa H. Zmieność barwikotwórcza Pseudomonas aeruginosa i Serratia marcescens pod wpływen alkaloidów fenantrenowych. Medycyna doswiadczalna i mikrobiologia, 1953, Rok, 5, No. 159—164.
Labaw L. W., Mosley V. M. and Wyckoff R. Development of bacteriophage in X-ray inactivated bacteria. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 3, p. 330—336.
Labrum E. L. A study of mutability in streptomycin dependent strain of Escherichia coli. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 1953, vol. 39, No. 4, p. 280—287.
Labrum E. L. and Bunting M. I. Spontaneous and induced color-variation in the HY strain of Serratia marcescens. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 4, p. 394—404.
Lajudie P. Etude de quelques souches de Bacilles mesophiles sporulés. Ann. Inst. Pasteur, 1952, vol. 82, No. 3, p. 380—382.
Lamanna C. Symposium on the biology of bacterial spores. Part. I. Biological role of spores. Bacteriol. Rev., 1952, vol. 16, No 2, p. 90—93.
Langendorff H., Langendorff M. und Sommermeyer K. Sensibilisierung und Reaktivierung röntgenbestrahlter Coli-Bakterien durch Wärme. Ztschr. Naturforsch., 1953, Bd. 8b, H. 3, S. 117—122.
Lanni E. and Lanni Y. T. Antigenic structure of bacteriophage T_2. Federation Proc., 1953, vol. 12, No. 1, part I, p. 451.
Larsen H. On the culture and general physiology of the green sulfur bacteria. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 2, p. 187—196.

Latarjet R., Caldas L. R., Miletic B. and Morenne P. Chemical restoration in irradiated micro-organisms. Brit. J. Radiol., 1953, vol. 27, No. 313, p. 54—56.
Latarjet R. et Milétic B. Aktions des ultra-violets longs ed des visibles courts (3400—5500 Å) sur les complexes bactérie-bactériophage. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 205—217.
Le bactériophage. Premier colloque international Royaumont 1952. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 1—318.
Leifson E. and Hugh R. Variation in shape and arrangement of bacterial flagella. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 3, p. 263—271.
Leiner M. und Wohlfeil M. Das symbiontische Bacterium in Pelomyxa palustris Greeff. II. Naturwiss., 1953, Jg. 40, H. 21, S. 557.
Lembke A. und Gantz H. Kavitationswirkungen an Bakterien. Naturwiss., 1952, Jg. 39, H. 23, S. 554—555.
Lembke A. und Gantz H. Über die Kavitationswirkungen an Bakterien. Naturwiss., 1953, Jg. 40, H. 11, S. 319—320.
Lépine P., Vago C. et Croissant O. Mise en evidence au microscope électronique du virus de la polyédrie de Plusia gamma L. (Lepidoptera). Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 85, No. 2, p. 170—173.
Lerche C. Electrophoresis of Micrococcus pyogenes aureus. E. Munksgaard, Copenhagen, 1953, XI 194 p.
Leupold U. und Horowitz N. H. Über Temperaturmutanten bei Escherichia coli und ihre Bedeutung für die „Ein Gen-Ein Enzym"-Hypothese. Ztschr. indukt. Abstam. u. Vererbungslehre, 1952, Bd. 84, H. 4, S. 306—319.
Levine M. Symposium on the biology of bacterial spores. Part. VI. Spores as reagents for studies on chemical disinfection. Bacteriol. Rev., 1952, vol. 16, No. 2, p. 117—125.
Levinson H. S. and Sevag M. G. Stimulation of germination and respiration of the spores of Bacillus megatherium by manganese and monovalent anions. J. gen. Physiol., 1953, vol. 36, No. 5, p. 617—630.
Levinthal C. and Visconti N. Growth and recombination in bacterial viruses, Genetics, 1953, vol. 38, No. 5, p. 500—511.
Levinthal C. and Fisher H. The structural development of a bacterial virus. Biochim. Biophys. Acta, 1952, vol. 9, p. 419—429.
Leyon H. Virus formation in chloroplasts. Exp. cell. Res., 1953, vol. 4, No. 2, p. 362—370.
Lindegren C. C., Braham J. E. and de Dios Calle J. Heterosis in Saccharomyces. Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4383, p. 800—801.
Lindegren C. C. and Haddad S. A. The control of nuclear and cytoplasmic synthesis by the nucleo-cytoplasmic ratio in Saccharomyces. Exp. cell. Res., 1953, vol. 5, No. 2, p. 549—550.
Lindegren C. C. and Pittman D. D. The induction in a Saccharomyces sp. of the gene-mutation controlling utilization of galactose by exposure to galactose. J. gen. Physiol., 1953, vol. 9, No. 3, p. 494—511.
Lindenbein W. Über einige chemisch interessante Aktinomycetenstämme und ihre Klassifizierung. Arch. Microbiol., 1952, Bd. 17, H. 4. S. 361—383.
Lindenmann J. Die Röntgenschädigung von Escherichia coli bei 180 keV und 31 MeV. Exper., 1953, vol. 9, facs. 1, S. 22—23.
Lindquist W. On the mechanism of yeast flocculation. J. Inst. Brew., 1953, vol. 59, No. 59—61.
Lodder J. and Krieger-Van Rij N. J. W. The yeasts. A taxonomic study. Amsterdam, North-Holland publ. co., 1952, XII 713 p.
Lominski I., Smith D. and Morrison R. A coagulase-destroying factor produced by variants of Staphylococcus aureus. Nature, Lond., 1953, vol. 171, No. 4344, p. 214.
Lorkiewicz Z. Typowanie pałeczek okrężnicy przy pomocy bakteriofagow. Ann. Univer. Mariae Curie-Sklodowska. Sect. DD, Lublin, 1951, vol. 6, fasc. 6—14, p. 225—261.
Lowbury E. J. L. and Hood A. M. The acquired resistance of Staphylococcus aureus to bacteriophage. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 9, No. 3, p. 524—535.
Lübke H. Zur Frage des Wirkungsmechanismus der Ultraschallwellen bei Bakterien. Ztschr. Hyg., 1953, Bd. 138, H. 3, S. 216—223.
Lucke W. H. and Sarachek A. X-ray inactivation of polyploid Saccharomyces. Nature, Lond., 1953, vol. 171, No. 4362, p. 1014—1016.
Lund A. Flockung als Rasseeigenschaft untergäriger Hefen. Brauwissenschaft, 1952, No. 6, S. 101—104.
Luria S. E. and Human M. L. A nonhereditary host-induced variation of bacterial viruses. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 4, p. 557—569.
Luteraan P. J. et Méry J. Rubrobacteriopsis rugosa nov. gen. nov. sp. I. Description morphologique. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 5, p. 976—979.
Lwoff A. Le bactériophage. Premier colloque international Abbaye de Royaumont (26 juillet — Ief aout 1952). Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 3—4.

Lwoff A. et Siminovitch L. L'induction du développement du prophage par les substances réductrices. Ann. Inst. Pasteur, 1952, t. 82, No. 6, p. 676—689.
Maassen W., Knothe H. und Krohn A. T. Zur Biologie des Aerobacter aerogenes (Bacterium lactis aerogenes) und der Intermediärformen. Ztbl. Bact., Abt. I, Orig., 1952, Bd. 158, H. 6, S. 398—416.
Maccacaro G. A. Frequenza di ricombinazione ed età della coltura in Escherichia coli K. 12. Boll. Soc. Ital. Biol. Sper., 1953, vol. 29, fasc. 2, p. 178—180.
McClary D. O. Factors affecting the morphology of Candida albicans. Ann. Missouri Bot. Gard., 1952, vol. 39, No. 2, p. 137—164.
McClung L. S. General bacteriology laboratory manual. 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1952, IX + 134 p.
Mac Donald J. B., Knoll M. L. and Sutton R. M. Motility in a species of non-flagellated bacteria. Proc. Soc. Exp. Biol. Med.. 1953, vol. 84, No. 2, p. 459—462.
McElroy W. D., Hastings J. W., Sonnenfeld V. and Coulombre J. The requirement of riboflavin phosphate for bacterial luminescence. Science, 1953, vol. 118, No. 3066, p. 385.
McGinnis R. C. Cytological studies of chromosomes of rust fungi. I. The mitotic chromosomes of Puccinia graminis. Canad. J. Bot., 1953, vol. 31, No. 5, p. 522—526.
McLean R. A. and Sulzbacher W. L. Microbacterium thermosphactum spec. nov., a nonheat resistant bacterium from fresh pork sausage. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 4, p. 428—433.
Macura J. a. Kotková M. Vývoj azotobaktera v proudícím prostředi. Československa biologie, 1953, Roč. 2, Čis. 1, s. 41—49.
Magni G. E. Analisi della ploidia in alcuni generi di lieviti asporigeni. Atti dell' Instituto botan. della Univ. Pavia, 1952, Ser. 5, vol. 10, No. 1, p. 89—98.
Magni G. Variazioni di resistenza ai raggi X e ultravioletti in Escherichia coli. I. Rapporti tra dimensioni batteriche e sensibilità alle radiazioni. Ricerca Sci., 1952, vol. 22, No. 6, p. 1212—1218.
Magni G. E., Brazzola A. M. e Bollea F. Mutazioni di caratteri morfologici nei lieviti asporigeni. Atti dell'Instituto botan. della Univ. Pavia, 1952, Ser. 5, vol. 10, No. 1, p. 161—172.
Málek I. O dělení bakterií. Československa biologie, 1953, Roč. 2, čis. 1, p. 10—4.
Málek I. Resistence bakterií pěstovaných v proudícím prostředi. Československa biologie, 1953, Roč. 2, čis. 2, s. 68—75.
Mandell J. D. and Eisenstark A. Factors affecting plaque formation by Xanthomonas pruni bacteriophage. Phytopath., 1953, vol. 43, No 1, p. 27—29.
Manton I., Clarke B., Greenwood A. D. and Flint E. A. Further observations on the structure of plant cilia, by a combination of visual and electron microscopy. J. Exp. Bot., 1952, vol. 3, No. 8, p. 204—216.
Marchal J. G., Baldo S. et Semin-Grégoire L. Réactivation des Bactéries soumises à l'action des rayons ultraviolets. Trav. du Labo. de Microb. de la Pharm. de Nancy, 1953, fasc. 17, p. 146—176.
Marchal J. G. et Bernanose A. Contribution à l'étude de l'action des ultrasons sur les Bactéries. Trav. du Labo. de Microb. de la Pharm. de Nancy, 1953, fasc. 17, p. 197—221.
Marchal J. G. et Champier G. Contribution à l'étude de l'influence de l'effluve electrique sur le développement des Bactéries. Trav. du Labo. de Microb. de la Pharm. de Nancy, 1953, fasc. 17, p. 222—229.
Marchal J. G. et Dupaix-Lasseur A. Contribution à l'étude de l'action des rayons ultraviolets sur les Bactéries. Trav. du Labo. de Microb. de la Pharm. de Nancy, 1953, fasc. 17, p. 118—145.
Marchal J.-G., Girard Th. et Baldo S. Colonies à secteurs blancs et rouges osbervées chez Serratia marcescens. Trav. du Labo. de Microb. de la Pharm. de Nancy, 1953, fasc. 17, p. 83—92.
Marchal J.-G., Girard Th. et Lotz F. Action de la vitamine B_1 et de l'acide ascorbique sur les Bactéries soumises à l'action des radiations ultraviolettes. Trav. du Labo. de Microb. de la Pharm. de Nancy, 1953, fasc. 17, p. 177—186.
Marcovich H. Influence du pH sur l'action toxique et mutagène de l'euflavine sur les levures. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 85, No. 4, p. 443—450.
Marcovich H. Rapports entre la structure des acridines et leur activité en tant qu'agents inducteurs de mutants respiratoires chez la levure. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 85, No. 2, p. 199—216.
Marquardt H. Genetik der Mikroorganismen. Fortschritte der Botanik, 1953, Bd. 14, S. 365—408.
Mars R. I., Luria S. E., Fisher H. and Levinthal C. The production of incomplete bacteriophage particles by the action of proflavine and the properties of the incomplete particles. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 113—128.
Mayr E. Concepts of classification and nomenclature in higher organisms and microorganisms. Ann. New York Acad. Sci., 1953, vol. 56, art. 3, p. 391—397.
Mefferd R. B. Ultraviolet radiation and streptomycin-resistant mutants. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1952, vol. 81, No. 1, p. 123—124.

Merkel J. R. and Nickerson W. J. Release of mitochondria from yeast cells by the action of metal-chelating agents. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 1953, vol. 39, No. 10, p. 1008—1012.
Méry J. et Luteraan P. J. Rubrobacteriopsis rugosa nov. gen. nov. sp. II. Caractères biochimiques. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 6, p. 1063—1066.
Mevius W. Beiträge zur Kenntnis von Hyphomicrobium vulgare Stutzer et Hartleb. Arch. Microbiol., 1953, Bd. 19, H, 1. S. 1—29.
Middlebrook M. J. and Preston R. D. Spiral growth and spiral structure. III. Wall structure in the growth zone of Phycomyces. Biochim Biophys. Acta, 1952, vol. 9, No. 1, p. 32—48.
Milstrey R. A., Stewart R. N. and Jeffers W. F. Retention of virulence ot lyophylized cultures of Pseudomonas caryophylli. Phytopath., 1953, vol. 43, No. 7, p. 406.
Mitchison D. A. The occurrence of independent mutations to different types of streptomycin resistance in Bacterium coli. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 1, p. 168—185.
Mittler S. and Laverty J. A. Susceptibility of catalase-negative bacteria to ultra-violet irradiation. Nature, Lond., 1953, vol. 171, No. 4357, p. 793.
Morris E. O. The cytology of the filamentous bacteria. Chem. and Indus. (London), 1952, No. 6, p. 120—123.
Mortimer R. K. and Tobias C. A. Evidence for X-ray induced recessive lethal mutations in yeast. Science, 1953, vol. 118, No. 3070, p. 517—518.
Mudd S., Hillier J., Beutner E. H. and Hartman P. E. Light and electron microscopic studies of Escherichia coli-coliphage interactions. II. The electron microscopic cytology of the E. coli. B-T_2 system. Biochem. Biophys. Acta, 1953, vol. 10, No. 1, p. 153—179.
Mudd S. and Winterscheid L. C. A note concerning bacterial cell walls, mitochondria and nuclei. Exp. cell. Res., 1953, vol. 5, No. 1, p. 251—254.
Muggleton P. W. and Webb M. The exocellular bacteriolytic system of soil actinomyces. II. A further investigation of the lytic system. Biochim. Biophys. Acta, 1952, vol. 8, No. 4, p. 431—441.
Muggleton P. W. and Webb M. The exocellular bacteriolytic system of soil actinomyces. IV. The action of the lytic system on Gram positive organisms. Biochem. Biophys. Acta, 1952, vol. 9, No. 4, p. 343—355.
Mull L. E. Factors influencing organism-bacteriophage populations. Jowa State Coll. J. Sci., 1952, vol. 26, No. 2, p. 254—255.
Mundkur B. D. Long term adaptation to galactose by yeast. Genetics, 1952, vol. 37, No. 5, p. 484—499.
Mundkur B. D. Interphase nuclei and cell sizes in a polyploid series of Saccharomyces. Exper., 1953, vol. 9, fasc. 10, p. 373—374.
Mundkur B. D. Mitochondrial distribution in Saccharomyces. Nature, Lond., 1953, vol. 171, No. 4357, p. 793—794.
Murphy J. S. Mutants of a bacteriophage of Bacillus megatherium. J. Exp. Med., 1952, vol. 96, No. 6, p. 581—588.
Murphy J. S. Recombinations of mutant phages of Bacillus megatherium 899a. J. Exp. Med., 1953, vol. 98, No. 6, p. 657—666.
Murray R. G. E. and Whitfield J. F Cytological effects of infection with T_5 and some related phages. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 6, p. 715—726.
Mutsaars W. Rôle du phosphore dans le développement de la résistance du bactériophage aux rayons ultra-violets. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 85, No. 1, p. 1—22.
Nagano Y. and Takeuchi S. Serological studies on the bacteriophage. I. Japan J. Bact., 1952, vol. 7, No. 6, p. 583—585.
Nagano Y. and Takeuchi S. Serological studies on the bacteriophage. II and III. Japan. J. Bact., 1953, vol. 8, No 1, p. 23—25; vol. 8, No 2, p. 179—181.
Nagano Y., Takeuchi S. and Iwasa S. Etudes sérologiques du bactériophage. IV. Influence de l'immunsérum sur l'adsorption du phage T_2 sur la bactérie hote. Virus (Kyoto Univ.), 1953, vol. 3, No. 1, p. 24—27.
Nandi P. and Sen G. P. An antifungal substance from a strain of B subtilis. Nature, Lond., vol. 172, No. 4384, p. 871—872.
Nature of viruses. Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4368, p. 105—106.
Nečas O. Další příspěvek ke kritice Jonášovy theorie. Československá Biologie, 1953, Roč. 2, čis. 4, p. 206—213.
Nermut M. Příspěvek ke studiu jaderného problému v bakterielni buňce. Scripta Medica, 1950, vol. 123, p. 375—390.
Newcombe H. B. Radiation-induced instabilities in Streptomyces. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 9, No. 1, p. 30—36.
Nickerson W. J. and Mankowski Z. Role of nutrition in the maintenance of the yeast-shape in Candida. Amer. J. Bot., 1953, vol. 40, No. 8, p. 584—592.
Nicolau St. S. Dimitri Iosifovici Ivanovschi, părintele Inframicrobiologiei. Studii si cercetări de inframicrobiologie microbiologie și parazitologie. 1952, An. 3, No. 1—2, p. 7—18.

Noda H. and Wyckoff R. W. G. The electron microscopy of developing bacteriophage. III. Techniques to visualize developing forms. Biochim Biophys. Acta, 1952, vol. 8, No. 4, p. 381—388.
Norman A. Production of phenocopies in Aerobacter aerogenes by ultraviolet radiation. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 2, p. 151—156.
Norman A. Radiation induced phenocopies in bacteria. Genetics, 1952, vol. 37, No. 5, p. 610.
Novick A. and Szilard L. Anti-mutagens. Nature, Lond., 1952, vol. 170, No. 4335, p. 926—927.
Nurmikko V. Chemical factors affecting associations of lactic acid bacteria. Acta chem. Scand., 1952, vol. 6, No. 8, p. 1258—1293.
Ohye D. F. and Scott W. J. The temperature relations of Clostridium botulinum, types A and B. Austral. J. Biol. Sci., 1953, vol. 6, No. 2, p. 173—189.
Ortenzio L. F., Stuart L. S. and Friedl J. L. The resistance of bacterial spores to constant boiling hydrochloric acid. J. Ass. Off. Agr. Chem., 1953, vol. 36, No. 2, p. 480—484.
Peklo J. Microorganisms or mitochondria? Science, 1953, vol. 118, No. 3030, p. 202—206.
Peltier G. L., Georgi C. E. and Lindgren L. F. Laboratory manual for general bacteriology. 4th ed. J. Wiley a. sons, New York City, 1952. VIII + 293 p.
Penso G. Il ciclo di sviluppo del fago nella cellula batterica. Atti della Accad. Nazionale dei Lincei, 1953, vol. 14, fasc. 5, p. 679.
Perlman D. Physiological studies on the Actinomycetes. Bot Rev., 1953, vol. 19, No. 1, p. 46—97.
Petuely F. und Eichler F. Über die Züchtung des Lactobacillus bifidus auf vollsynthetischem Nährboden. Biochem Ztschr., 1952, Bd. 322, H. 6, S. 463—466.
Peynaud E. Étude de l'inhibition de Saccharomyces cerevisiae par l'actidione. C. R. Acad. Sci., Paris 1952, t. 235, No. 19, p. 1163—1165.
Peynaud E. et Lafourcade S. Etude b'antibiotiques et d'antiseptiques nouveaux actifs sur le genre Saccharomyces. C. R. Acad. Sci., Paris, 1953, t. 236, No. 19, p. 1924—1926.
Pfennig N. Untersuchungen an Actinomycin bildenden Strahlenpilzstämmen und deren Actinomycinen. Arch. Microbiol., 1953, Bd. 18, H. 3, S. 327—341.
Phaff H. J., Mrak E. M. and Williams O. Yeasts isolated from shrimp. Mycologia, 1952, vol. 44, No. 4, p. 431—451.
Phillips Ch. R. Symposium on the biology of bacterial spores. Part IX. Relative resistance of bacterial spores and vegetative bacteria to disinfectants. (Abstract). Bacteriol. Rev., 1952, vol. 16, No. 2, p. 135—143.
Piekarski G. Die Zellkernäquivalente der Bakterien. Mikroskopische und chemische Organisation der Zelle, 1952, S. 83—101.
Pijper A., Crocker C. G., Vander Walt J. P. and Savage N. Flagellum and motility of Spirillum serpens. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 6, p. 628—635.
Pinsky M. J. and Stokes J. L. The influence of age on enzymatic adaptation in microorganisms. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 3, p. 337—345.
Pinsky M. J., and Stokes J. L. Requirements for formic hydrogenlyase adaptation in nonproliferating suspensions of Escherichia coli. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 2, p. 151—162.
Pittenger R. C. and McCoy E. Variants of Streptomyces griseus induced by ultraviolet radiations. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 1, p. 56—64.
Pochon J. Rôle des bactéries cellulolytiques dans la digestion et la nutrition. Essai de synthèse. Rev. Ferment. Industr. Aliment., 1953, t. 8, No. 1, p. 17—20.
Pollard E. and Setlow J. Action of heat on the serological affinity of T-1 bacteriophage. Arch. Biochem. Biophys., 1953, vol. 43, No. 1, p. 134—142.
Pollock M. R. Penicillinase adaptation and fixation of penicillin sulphur by Bacillus cereus spores. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 1, p. 186—194.
Pomper S. Isolation of triploid Saccharomyces cerevisiae. Nature, Lond., 1952, vol. 170, No. 4334, p. 892—893.
Pomper S. Purine-requiring and pyrimidine-requiring mutants of Saccharomyces cerevisiae. J. Bact., 1952, vol. 63, No. 6, p. 707—714.
Pomper S. A pH-sensitive multiple mutant of Saccharomyces cerevisiae. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 3, p. 353—361.
Pomper S. Methionine-requiring mutants of Saccharomyces cerevisiae. J. Bact., 1953. vol. 65, No. 7, p. 666—670.
Pomper S. and McKee D. W. Flocculence in yeast. Science, 1953, vol. 117, No. 3029, p. 62—63.
Pomper S. and McKee D. W. Mutation of mating type in Saccharomyces cerevisiae. Science, 1953, vol. 117, No. 3043, p. 455—456.
Pontieri G. Attività catalasica delle pettenkoferie da uretano. Atti della Acad. Nazion. bei Lincei, 1953, vol. 14, fasc. 2, p. 304—307.
Poppe K. und Strutz I. Antibakterielle Wirkstoffe von Aktinomyzeten. Ztbl. Bakt., I Abt., Orig., 1952, Bd. 158, H. 1/2, S. 106—109.
Potter N. N. and Nelson F. E. Effects of calcium on proliferation of lactic streptococcus bacteriophage. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 1, p. 105—111.

Potter N. N. and Nelson F. E. Effects of calcium on proliferation of lactic streptococcus bacteriophage. II. Studies of optimum concentrations in a partially defined medium. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 1, p. 113—119.
Potter N. N. and Nelson F. E. Role of calcium and related ions in proliferation of lactic streptococcus bacteriophage. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 5, p. 508—516.
Prace XII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Mikrobiologow w Łodzi 8—10 Listopad 1952 R. (Труды XII съезда польского общества микробиологов в Лодзи 8—10 XI. 1952 г.). Med Doswiadczalna i Mikrobiologia 1953, Rok 5, No. 3, p. 277—387.
Prahlada R. L. S. and Subramaniam M. K. Somatic chromosomal reduction in yeast. Arch. Mikrobiol., 1952, Bd. 17, H. 2, S. 160—165.
Preuner R., von Prittwitz und Gaffron J. Über den Nachweis von Reduktionsorten in Bazillen und Bakterien und ihren Zusammenhang mit den sogenannten Nukleoiden. Naturwiss., 1952, Jg. 39, H. 6, S. 128—131.
Prévot A. R. et Mazurek C. Etude de l'appareil nucléaire, de l'antibiogramme et du pouvoir pathogène d'Actinobacterium meyeri. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 85, No. 2, p. 258—260.
Prévot A. R. et Mazurek C. Recherches sur la substance nucléaire, de Bifibacterium bifidum et d'Actinobacterium cellulitis. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 85, No. 1, p. 125—127.
Price W. H. Bacterial virusses. Ann. Rev. Microbiol., 1952, vol. 6, p. 333—348.
Pringsheim E. G. Iron organisms. Endeavour, 1952, vol. 11. No. 44, p. 208—214.
Pringsheim E. G. Die Stellung der Grünen Bakterien im System der Organismen. Arch. Mikrobiol., 1953, Bd. 19, H. 3, S. 353—362.
Pringsheim E. G. Taxonomy of green bacteria. Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4369, p. 167—168.
Prittwitz und Gaffron J. von. Zum Gestaltwandel der Bakterien. Naturwiss., 1953, Jg. 40, H. 23, S. 590—594.
Puck T. and Sagik B. Virus and cell interaction with ion exchangers. J. Exp. Med., 1953, vol. 97, No. 6, p. 807—820.
Raettig H. Experimentelle Untersuchungen über Entwicklungsvorgänge bei Bakteriophagen. 3 Mitteilung. Die Häufigkeit des in Bakterienstämmen vorkommenden «fortzüchtbaren Lysins» und seine Valenzen. Ztbl. Bakt., Abt. I, Orig., 1952, Bd. 158, H. 7/8, S. 473—495.
Ranganathan B. and Subramaniam M. Studies on the cytology of yeasts. VI. Lethal chromosomal mutations in yeasts. J. Ind. Inst. Sci., 1952, vol. 34, No. 3, p. 235—252.
Rao L. S. P. and Subramaniam M. K. Studies on the cytology of yeasts. Part VII. Nuclear phenomena in cells from 24-hour agar slants. Proc. Ind. Acad. Sci., 1953, vol. 37, No. 2, p. 72—81.
Raper K. B. and Fennell D. I. Heterokaryosis in Aspergillus. J. Elisha Mitchell Sci Soc., 1953, vol. 69, No. 1, p. 1—29.
Raut C. A cytochrome deficient mutant of Saccharomyces cerevisiae. Exp. cell. Res., 1953, vol. 4, No, 2, p. 295—305.
Reagan R. L. and Brueckner A. L. Studies of dengue fever virus by electron microscopy. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 2, p. 233—236.
Record B. R. an Taylor R. Some factors influencing the survival of Bacterium coli on freeze-drying. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 9, No, 3, p. 475—484.
Rees H. and Jinks J. L. The mechanism of variation in Penicillium heterokaryons. Proc. Roy. Soc. Ser., B., 1952, vol. 140, No. 898, p. 100—106.
Reynolds H. and Lichtenstein H. Symposium on the biology of bacterial spores. Part VIII. Evaluation of heat resistance data for bacterial spores. Bacteriol. Ree., 1952, vol. 16, No. 2, p. 126—135.
Ringen L. M. and Drake C. H. A study of the incidence of Pseudomonas aeruginosa from various natural sources. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 6, p. 841—846.
Roane C. W. Nuclear cytology and morphologic variation in Helminthosporium carbonum Ullstrup. Phytopath., 1952, vol. 42, No. 9, p. 480.
Robinow C. F. Observations on the nucleus of resting and germinating spores of Bacillus megaterium. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 4, p. 378—382.
Robinow C. F. Spore structure as revealed by thin sections. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 3, p. 300—312.
Robinow C. F. and Murray R. G. E. The differentiation of cell wall, cytoplasmic membrane and cytoplasm of gram positive bacteria by selective staining, Exp. cell. Res., 1953, vol. 4, No. 2, p. 390—407.
Robinson J., Gibbons N. E. and Thatcher F. S. A mechanism of halophilism in Micrococcus halodenitrificans. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 1, p. 69—77.
Rogosa M., Wiseman R. F., Mitchell J. A., Disraely M. N. and Beaman A. J. Species differentiation of oral lactobacilli from man including descriptions of Lactobacillus salivarius nov. spec. and Lactobacillus cellobiosus nov. spec. J. Bact. 1953, vol. 65, No. 6, p. 681—699.
Rohrer E. Elektronenmikroskopische Studien an Bakteriengeisseln. Schweiz. Ztschr. allg. Path. u. Bakt., 1952, vol. 15, No. 3. p. 297—300.

Roman H. Polyploidy and phenotypic ratios in Saccharomyces. Genetics, 1952, vol. 37, No. 5, p. 620.
Rnman H. and Sands S. M. Heterogeneity of clones of Saccharomyces derived from haploid ascospores. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 1953, vol. 39, No. 3, p. 171—168.
Rosenberg M. and Pospíšil L. Příspěvek ke studiu sirných bakterii (Thiobacillus thioparus). Československá biologie, 1953, Roč. 2, č. 2, p. 102—104.
Ross R. Conservation of Gallionella. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1953, vol. 3, No. 2—3, p. 117—119.
Rotman B. and Spiegelman S. The conversion of negatives to positives in «slow» adapting populations of yeast. J. Bact., 1953, qol. 66, No. 4, p. 492—497.
Routien J. B. and Finlay A. C. Problems in the search for microorganisms producing antibiotics. Bacteriol. Rev., 1952, vol. 16, No. 2, p. 51—68.
Rowley D. Selection of penicillin-sensitive mutants of Escherishia coli following ultraviolet irradiation. J. gen. Microbiol., 1952, vol. 6, No. 3—4, p. 272—277.
Royan S. Studies on the cytology of yeasts. X. Mitosis in the riboflavin excreting mutant yeast. Arch. Microbiol., 1953, Bd. 19, H. 3, S. 267—286.
Ruschmann G. Streptomyces mirabilis und das Miramycin (I). Pharmazie, 1952, Jg. 7, H. 9, S. 542—550.
Ruschmann G. Streptomyces mirabilis und das Miramycin (II)). Pharmazie, 1952, Jg. 7, H. 10, S. 639—647.
Ruschmann G. Streptomyces mirabilis und das Miramycin (III). Pharmazie, 1952, Jg. 7, H. 12, S. 823—831.
Ruschmann G. Symbiotische und antibiotische Beziehung zwischen Milchsäurebakterien und Pilzen. Biol. Ztbl., 1953, Bd. 72, H. 5/6, S. 315—336 und H. 7/8, S. 394—404.
Russell C. and Walker T. K. Lactobacillus malefermentans n. sp. isolated from beer. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 1, p. 160—162.
Russell C. and Walker T. K. Lactobacillus parvus n. sp. isolated from beer. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 2, p. 310—313.
Ruziczka O. and Orth E. Alterations morphologiques du bacille tuberculeux consécutives à l'action de divers médicaments. Études au microscope électronique. Ann. Inst. Pasteur, 1952, vol. 82, No. 3, p. 334—336.
Ryan E. J, Adaptation to use lactose in Escherichia coli. J. gen. Microbiol., 1952, vol. 7, No. 1—2, p. 69—88.
Ryman B. E. and Walsh E, O'F. Inhibitory action of cocaine, Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4380, p. 679.
Saghafi M. and Appleman M. D. Rediscovery of Bacillus badius Batchelor. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 2, p. 220.
Salton M. R. Cell structure and the enzymic lysis of bacteria. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 9, No. 3, p. 512—523.
Salton M. R. J. Cell wall o Micrococcus lysodeikticus as the substrate of lysozyme. Nature, Lond., 1952, vol. 170, No. 4331, p. 746—747.
Salton M. R. J. Studies of the bacterial cell wall. IV. The composition of the cell walls of some gram-positive and gram-negative bacteria. Biochim. Biophys. Acta, 1953, vol. 10, No. 4, p. 512—523.
Sarachek A. and Lucke W. H. Induction of resistance to X-ray inactivation in Saccharomyces by pre-exposure to 2537 Å ultraviolet radiation. Exper., 1953, vol. 9, fasc. 10, p. 374—376.
Sarachek A. and Lucke W. H. Ultraviolet inactivation of polyploid Saccharomyces. Arch. Biochem. Biophys., 1953, vol. 44, No. 2, p. 271—279.
Sarachek A. and Townsend G. F. The disruption of mitochondria of Saccharomyces by ultraviolet irradiation. Science, 1953, vol. 117, No. 3028, p. 31—33.
Scandinavian congress of pathology and bacteriology, 10. Bergen, 16th—18th june, 1952. Transactions of the Tenth Scandinavian congress... Under the chairmanschip of Th. M. Vogelsang. Munksgaard, Copenhagen, 1952. 435 p.
Scardovi V. Studi sulla resistenza dei lieviti all' anidride solforosa. II. Resistenza e contenuto in glutatione delle discendenze ottenute per isolamento monosporiale dal ceppo assuefatto. Ann. Microbiol., 1952, vol. 5, No. 1, p. 5—16.
Schachman H. K., Pardee A. B. and Stanier R. Y. Studies on the macromolecular organization of microbial cells. Arch. Biochim. Biophys; 1952, vol. 38, p. 245—259.
Schaechter M. Formation of large bodies in a member of the genus Bacillus. Science, 1952, vol. 116, No. 3023, p. 637—638.
Schanderl H. Die spontane und künstliche Verwandlung von Sproßpilzen (Hefen) in Spaltpilze (Bakterien). Naturwiss., 1953, Jg. 40, H. 10, S. 296—297.
Scherr G. H. and Weaver R. H. The dimorphism phenomenon in yeasts. Bacteriol. Rev., 1953, vol. 17, No. 1, p. 51—92.
Schierbeek A. The collected letters of Antoni van Leeuwenhoek. An appeal to the scientific world. Antonie van Leeuwenhoek, 1953, vol. 19, No. 3, p. 181—188.
Schlesinger R. W. Developmental stages of viruses. Ann. Rev. Microbiol. 1953, vol. 7, p. 83—112.

Schmidt B. F. Symposium on the biology of bacterial spores. Part IV. The effect of «culture history» upon spore formation on a standard test medium (Abstract). Bacteriol. Rev., 1952, qol. 16, No. 2, p. 110.
Schmidt E. W. Der Neo-Pleomorphismus in der Mikrobiologie. Ber. deutsch. bot. Ges., 1952, Bd. 65, H. 2, S. 20—36.
Scholtens R. Th. La formation de bactèriophages dans les cultures mixtes de souches de Salm. paratyphi B. C. R. Soc. Biol., 1952, t. 146, No. 7—8, p. 504—508.
Schramm G. Über den Stand der biochemischen und immunbiologischen Erforschung der Mikroorganismen und Viren. Ztbl. Bakt., Abt. I. Orig., 1952, Bd. 158, H. 3/4, S. 130—131.
Schubert O. und Schubert R. Entstehung unbeweglicher Phasen bei begeisselten Bakterien. Beobachtungen bei psychrophilen Bakterien. Ztschr. Hyg., 1953, Bd. 135, H. 6, S. 639—644.
Schumacher W. Ultraschallversuche an Schimmelpilzsporen. Strahlentherapie, 1956, Bd. 89, H. 4, S. 613—619.
Schussnig B. Handbuch der Protophytenkunde. Eine vergleichend-morphologische und biologische Darstellung der niederen Pflanzen für Biologen, Mediziner und Landwirte. Bd. 1, Fischer, Jena, 1953. VII+636 p.
Scopes A. W. and Hinshelwood C. Multiple adaptations of Bact. lactis aerogenes (Aerobacter aerogenes) to various combinations of substrate. J. Chem. Soc. (London), 1952, vol. 5, p. 1838—1844.
Seeliger H. Zur Systematik des Bacterium anitratum (Schaub and Hauber). Ztbl. Bakt., Abt. 1,, Orig., 1953, 159, No. 3, p. 173—176.
Serge Winogradsky (1856—1953). Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 4, p. 667—671.
Sergei Nikolaevitch Winogradsky. Septembre 1, 1856 — Février 24, 1953 Antonie van Leeuwenhoek, 1953, vol. 19, No. 4, p. 227—278.
Ševčik V. Submersni sporulace aktinomycety Streptomyces griseus. Československà biologie, 1953, roč. 2, č. 3, p. 162—165.
Sharp D. G. and Beard J. W. Counts of virus particles by sedimentation on agar, and electron micrography. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1952, vol, 81, No. 1, p. 75—79.
Sheffner A. L. Relationship between the oxidative and fermentative phases during adaptation to galactose in Saccharomyces cerevisiae. Nature, Lond., 1953, vol. 171, No. 4363, p. 1073.
Sheffner A. L. and Lindegren C. C. Adaptation to the prefermentative oxidation of galactose. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 3, p. 423—430.
Sherratt H. S. A. and Thomas A. J. The nucleic acid fractions of a strain of Streptococcus faecalis. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 2, p. 217—223.
Siddiqi M. S. H., Kozloff L. M., Putnam F. W. and Evans E. A. Biochemical studies of virus reproduction. IX. Nature of the host cell contributions. J. Biol. Chem., 1952, vol. 199, No. 1, p. 165—175.
Siegel A. and Wildman S. G. The differential sensitivity of two strains of Tobacco Mosaic Virus to ultraviolet light. Genetics, 1952, vol. 37, No. 5. p. 625.
Siminovitch L. Biochemical modifications of the bacterial host during bacteriophage development. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 265—272.
Siminovitch L. and Rapkine S. Biochemical modification in lysogenic B. megatherium 899 (I) after induction with ultraviolet light. Biochim. Biophys. Acta, 1952, vol. 9, No. 5, p. 478—487.
Skotland C. B. Electron microscopy of tobacco mosaic virus in vivo. Phytopath., 1953, vol. 43, No. 9, p. 484.
Skurska Z. Badania nad bakteriofagiem Pseudomonas aeruginosa. Medycyna doświadczalna i mikrobiologia, 1952, Rok 4, No. 4, p. 531—544.
Smith D. T., Conant N. F., Beard J. W., Pope H., Sharp D. G. and Poston M. Zinsser's textbook of Bacteriology. 10th. ed. Appleton-Century-Crofts, Inc., New York City, 1952, XX+1012 p.
Smith H. W. The effect of physical and chemical changes on the liberation of phage particles by lysogenic strains of Salmonella. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 1, p. 116—134.
Smith L. S. and Krueger A. P. Thermal inactivation of a new vibrio phage. Proc. Soc. Exp. Biol. a Med., 1952, vol. 81, No. 2, p. 371—374.
Smith R., Gordon R. E. and Clark E. Aerobic sporeforming bacteria. U. S. Dept. Agric. Monogr.. 1952, vol. 16, p. 1—133.
Society for applied bacteriology: Summer conference in Cambridge. Nature. Lond., 1952, vol. 180, No. 4324, p. 444—445.
Sparrow F. K. Cytological observations on the zygote Monoblepharis. Mycologia, 1953, vol. 45, No. 5, p. 723—726.
Speyer E. Untersuchungen an Sporocytophaga myxococcoides. Arch. Mikrobiol., 1953, Bd. 17, H. 3, S. 245—272.
Spruitt C. J. P. and Pijper A. An obligate halopholic bacterium from solar salt. Antonie van Leeuwenhoek, 1952, vol. 18, No. 3, p. 190—200.

Stapleton G. E., Billen D. and Hollaender A. The role of enzymatic oxygen removal in chemical protection against X-ray inactivation of bacteria. J. Bact., 1952, vol. 63, No. 6, p. 805—812.
Stapleton G. E., Billen D. and Hollaender A. Recovery of X-irradiated bacteria at suboptimal incubation temperatures. J. Cell. Comp. Physiol., 1953, vol. 41, No. 2, p. 345—357.
Starr C. H. and Cinnamon C. A. Effect of ultra-violet, X-rays and nuclear radiations on ring-spot bacteria infesting burlap potato bags. Phytopath., 1953, vol. 43, No. 8, p. 439—440.
Starr M. P. and Williams R. C. Helical fine structure of flagella of a motile diphtheroid. J. Bact., vol. 63, No. 6, p. 701—706.
Status of Gallionella Ehrenberg as a genetic name in bacteriology. Irternatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1952, vol. 2, No. 3, p. 96—103.
Status of generic names of bacteria proposed by Trevisan. Internatl Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1953, vol. 3, No. 2/3, p. 87—108.
Status of names of bacterial genera that are later homonyms of names of protozoan genera. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1953, vol. 3, No. 2/3, p. 109—110.
Stein W. Zur Inaktivierung von Bacterium coli durch Akridinorange. Naturwiss., 1953, J. 40, H. 1, S. 26—27.
Stein W. und Harm W. Wärmereaktivierung von Coli-Bakterien nach Inaktivierung durch UV-bestrahlten Bouillon-Agar. Naturwiss., 1952, Jg. 39, H. 16, S. 383.
Stern A. Oxidarea unor aldoze cetoze, Si alcooli cu un nou bacil oxidant. (Bacterium oxydans Romanum). Studii și cercetări științifice, 1952, An. 3, No. 1—2. p. 105—121.
Sternberg J. et Podoski M. O. Recherches faites avec les mycobactéries marquéess. I. Mycobacterium phlei et radiophosphore: technique d'obtention et vitesse d'utilisation du phosphore exogène. Ann. Inst. Pasteur., 1953, t. 84, No. 5, p. 853—878.
Stille B. Beobachtungen über das Auftreten von Sternformen bei Granulobacter pectinovorum. Arch. Microbiol., 1953, Bb. 18, H. 2, S. 165—169.
Stocker B. A. D., Zinder N. D. and Lederberg J. Transduction of flagellar characters in Salmonella. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 9, No. 3, p. 410—433.
Storck R. Symposium on the lactic acid Bacteria. Rev. Ferment. Industr. Aliment., 1953, t. 8, No. 1, p. 28—30.
Strehler B. L. and Cormier M. I. Factors affecting the luminescence of cell-free extracts of the luminous bacterium, Achromobacter fischeri. Arch. Biochem. Biophys., 1953, vol. 47, No. 1, p. 16—33.
Strutz I. Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Aktinomyceten, Arch. Microbiol., 1952, Bd. 17, H. 4/5, S. 353—360.
Subramaniam M. K. Nature and nurture in yeasts. Proc. Ind. Acad. Sci., Sect. B., 1951, vol. 34, No. 4, p. 220—225.
Subraminiam M. K. On the identification of the various structures in the yeast cell. J. Ind. Inst. Sci., 1952, vol. 34, No. 1, p. 11—24.
Subramaniam M. K. Abnormal mitoses in tetraploid yeasts. Proc. Ind. Acad. Sci., Sect. B., 1953, vol. 37, No. 1, p. 27—32.
Subramaniam M. K. and Ranganathan B, Are Torulae haploid? Nature, Lond., 1953, vol. 172, No. 4379, p. 628—629.
Subramaniam N. K. and Sreepathi Rao S. K. Studies on the mutagenic action of chemical and physical agencies on yeasts. IV. The effect of camphor on fermenting yeast cultures. Proc. Ind. Acad. Sci., Sect. B.. 1952, vol. 35, No. 1, p. 1—27.
Sugiyama H. Symposium on the biology of bacterial spores. Part VII, Effect of fatty acids on the heat resistance of Clostridium botulinum spores. (Abstract). Bacteriol. Rev., 1952, vol. 16, No. 2, p. 125—126.
Sulzbacher W. L. Effect of freezing and thawing on the growth rate of bacteria. Food Technol., 1952, vol. 6, No. 9, p. 341—343.
Sussman M. and Bradley S. G. Mutant yeast strain resistant to arsenate and azide. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 1, p. 52—59.
Sutton M. D. and Katznelson H. Isolation of bacteriophages for the detection and identification of some seed-borne pathogenic bacteria. Canad. J. Bot., 1953, vol. 31, No. 2, p. 201—205.
Symposium on the biology of bacterial spores. Bacteriol. Rev., 1952, vol. 16, No. 2, p. 89—143.
Szybalski W. and Bryson V. Genetic studies on microbial cross resistance to toxic agents. I. Cross resistance of Escherichia coli to fifteen antibiotics. J, Bact., 1952, vol. 64, No. 4, p. 489—499.
Szybalski W. and Bryson V. One step resistance development to isoniazid and sodium-p-amino-salicylate. J. Bact., 1953. vol. 66, No. 4, p. 468—469.
Tarpley W., Ilavsky J., Manowitz B. and Horrigan R. V. Radiation sterilization. I. The effect of high energy gamma radiation from kilocurie radioactive sources on bacteria. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 3, p. 305—309.
Taubeneck U. Die Bakterien. Leipzig, Akad. Verlagsges. Geest 8 Portig, 1952. 36 p.

Taubeneck U. Uber gerichtete Umformungserscheinungen bie Bakterien, Urania, 1953, Jg. 16, H. 10, T. 397—399.
Taylor J. Conservation of the generic name Bacterium and the family name Bacteriaceae. Internatl. Bull. Nomen. and Tax., 1952, vol. 2, No. 3, p. 92—93.
Thirumalachar M. J. e Gopalkrishnan K. Osservazioni sulla morfologia del «Penicillium chrysogenum» in cultura sommersa. IV. Sviluppo di pallette scleroziali di «P. chrysogenum Thom» in cultura sommersa. Atti della Accademia Nazionale dei Lincei, 1953, vol. 14, fasc. 5, p. 691—696.
Thomas S. and Grainder Th. H. Bacteria. The Blakiston Co. Philadelphia, Pa., 1952. VIII + 623 p.
Thornton H, G. Prof. S. N. Winogradsky, For. Mem. R. S. Nature, Lond, 1953, vol. 171, No. 4357, p. 772—773.
Tinelli R. Modifications biochimiques accompagnant la sporulation de Bacillus megatherium. C. R. Acad. Sci., Paris, 1952, t. 235, No. 15, p. 836—838.
Tittsler R. P., Pederson C. S., Snell E. E., Hendlin D. and Niven C. F. Symposium on the lactic acid bacteria. Bacteriol. Rev., 1952, vol. 16, No. 4, p. 227—260.
Tolmach L. J. and Puck T. T. The mechanism of virus attachment to host cells. III. Amer. Chem. Soc., 1952, vol. 74, No. 5, p. 5551—5553.
Townsend G. F. and Sarachek A. Characteristic alterations of the budding process of Saccharomyces induced by ultra-violet treatment. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 6, p. 747—749.
Trager W. and Lanham U. N. Mitochondria or microoganisms? Science, 1952, vol. 116, No. 3013, p. 332—333.
Transliteration of Greek words for use in nomenclature in microbiology. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1953, vol. 3, No. 2/3, p. 63—69.
Troyer J. R. A relation between cell multiplication and alcohol tolerance in yeasts. Mycologia, 1953, vol. 45, No. 1, p. 20—39.
Türck L. Zur Differenzierung der Bakterien der Alkaligenes-Gruppe I. Mitteilung. Morphologie und Physiologie. Ztschr. Hyg., 1952, Bd. 134, H. 3, S. 300—322.
Uchida S. Mechanism of phage production by a lysogenis strain of Escherichia coli. Japanese J. Bact., 1953, vol. 8, No. 2, p. 235—239.
Ueda K., Ishikawa S., Itami T. and Asai T. The aerobic mesophilic cellulose decomposing bacteria. V. Taxonomical study on genus Pseudomonas. J. Agric. Chem. Soc. Japan, 1952, vol. 25, No, 10, p. 543—549, vol. 26, No. 1, p. 35—41.
Ushiba D. and Magasanik B. Effects of auxotrophic mutations on the adaptation to inositol degradation in Aerobacter. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1952, vol. 80, No. 4, p. 626—632.
Use of taxon, taxonomic group and group in bacteriology. Internatl. Bull. Bact. Nomen. and Tax., 1952, vol. 2, No. 3, p. 114—115.
Vakil J. R. Khambata S. R. and Bhat J. V. Morphological and other atudies on two Nocardia species. Proc. Ind. Acad. Sci., Sec. B., 1952, vol. 36, No. 6, p. 243—248.
Vanderwinkel E. Action de la trypaflavine sur l'adaptation respiratoire de la levure. Arch. Internatl. Physiol., 1952. vol. 60, fasc. 4, p. 551—552.
Van Hove J. K. Purification and cellulolytic activity of Cellvibrio, Nature, Lond., 1953, vol. 171. No. 4363, p. 1073—1074.
Van Niel C. B. and Allen M. B. A note on Pseudomonas stutzeri. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 3, p. 413—422.
Van Schreven D. A., Harmsen G. W., Lindenbergh D J. and Otzen D. Experiments on the cultivation of Rhizobium in liquid media for use in the Zuiderzee polders. Antonie van Leeuwenhoek, 1953, vol. 19, No. 4, p. 300—308.
Van Uden N. Zur Kenntniss von Torulopsis Pintolopesii sp. nov. Arch. Mikrobiol., 1952, Bd. 17, H. 2, p. 199—208.
Van Uden N. und Assis-Lopes L. Zur Kenntnis von Candida Castellanii sp. nov. Zugleich ein Beitrag zur Systematik von Candida parakrusei und Candida krusoides. Arch. Microbiol., 1953, Bd. 18, H. 4, S. 356—361.
Van Uden N. und Assis-Lopes L. Zur Kenntnis von Kloeckera Lodderi sp. nov. Arch. Microbiol., 1953, Bd. 19, H. 3, S. 262—266.
Verkataraman R. and Sreenivasan A. A marine species of slom lactose fermenting bacterium. Current Sci., 1953, vol. 22, No. 4, p. 120—121.
Verona O. e Gambogi P. Una ricerca sull'azione della citrinina prodotta da Penicillium citrinum Thom su funghi fitopatogeni. Phytopath. Ztschr. 1952, Bd. 19, H. 4, S. 423—430.
Vierhoven W. Aerobic sporeforming nitrate reducing bacteria. Waltmann Delft. Netherland, 1952, 160 p.
Villecourt P. et Jacobelli G. Contribution à l'étude des Pseudomonas fluorescents. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 6, p. 1058—1062.
Vintika J. Pžíspěvek ke studiu symbios azotobaktera. Československa biologie, 1953, Roč. 2, č. 2, p. 88—92.
Visconti N. and Garen A. Unity of the vegetative pool in phage infected bacteria. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 1953, vol. 39, No. 7, p. 620—627.

Vogel H. Mikrobiologie im Reagenzglass. Experimentelle Einführung in die Lehre von den Mikroorganismen. Verlag Hans Carl: Nürnberg, 1952, 164 S.
Voureka A. Induced variations in a penicillin resistant staphylococcus. J. gen. Microbiol., 1952, vol. 6, No. 3/4, p. 352—360.
Wahl R. Les types réactionnels des souches vis-á-vis des phages et leurs variantes. Ann. Inst. Pasteur, 1952, t. 83, No. 4, p. 464—477.
Wahl R. La semi-résistance aux bactériophages. Ann. Inst. Pasteur., 1953, t. 84. No. 1, p. 51—59.
Wainwright S. D. and Mullaney J. Some effects of metabolic inhibitors upon survival of ultra-violet irradiated Escherichia coli. Exper., 1953, vol. 9, fasc. 10, p. 376—377.
Waksman S. A. Sergei Nikolaevitch Winogradsky: 1856—1953. Science, 1953, vol. 118, No. 3054, p. 36—37.
Waksman S. A. and Corke C. T. Thermoactinomyces tsiklinsky, a genus of thermophilic actinomycetes. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 4, p. 377—378.
Warnecke B. Bakteriologische Ultraschallstudien. Ztschr. Hyg., 1953, Bb. 138, H. 1, S. 17—55.
Warren G. H. and Durso J. G. The effect of lysozyme on the cell structure of Achromobacter fischeri. J. Bact., 1952, vol. 64, No. 4, p. 483—487.
Wassermann M. M. and Seligmann E. Serratia marcescens bacteriophages. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 1, p. 119—120.
Webb M. Effects of magnesium on cellular division in bacteria. Science, 1953, vol. 118, No. 3073, p. 607—611.
Weibull C. and Hedvall J. Some observations of fractions of disintegrated bacterial cells obtained by differential centrifugations. Biochim. Biophys. Acta, 1953, vol. 10, No 1, p. 35—41.
Weidel W. Further studies on the membrane of E. coli B. Ann. Inst. Pasteur, 1953, t. 84, No. 1, p. 60—65.
Weigle J. J. Induction of mutations in a bacterial virus. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 1953, vol. 39, No. 7, p. 628—635.
Weigle J. J. et Bertani G. Variations des bactériophages conditionnées par les bactéries hôtes. Ann. Inst. Pasteur. 1953, t. 84, No, 1, p. 175—179.
Weigle J. J. and Dulbecco R. Induction of mutations in bacteriophage T_3 by ultraviolet light. Exper., 1953, vol. 9, fasc. 10, p. 372—373.
Welsch M. Lyse «collatérale» des staphylocoques normaux en présence de staphylocoques lysogènes induits par irradiation ultra-violette. C. R. Soc. Biol., 1953, t. 147, No. 5—6, p. 537—540.
Werner R. G. Antagonisme entre bactéries et champignons. Bull. Assoc. Diplômes Microbiol. Fac. Pharm. Nancy, 1953, No. 50, p. 18—20.
Whitehead H. A. The protection of bacteria against radiation effects. Science, 1952, vol. 117, No. 3017, p. 459—460.
Wickerham L. J. Recent advances in the taxonomy of yeasts. Ann. Rev. Microbiol., 1952, vol. 6, p. 317—332.
Williams N. B., Norris R. F. and György P. Antigenic and cultural relationships of Lactobacillus bifidus and Lactobacillus parabifidus. J. Infect. Dis., 1953, vol. 92, No. 2, p. 121—132.
Williams R. C. and Fraser D. Morphology of the seven T-bacteriophages. J. Bact., 1953, vol. 63, No. 4, p. 458—464.
Williams R. E. O., Hirch A. and Cowan S. Aerococcus, a new bacterial genus. J. gen. Microbiol., 1953, vol. 8, No. 3, p. 475—480.
Windisch F., Heumann W. and Goslich C. Anoxybiotische Zellvermehrung und Wirkungsmodus der aeroben Wachstumsreaktivierung. Ztschr. Naturforsch., 1953, Bd. 8b, H. 6, S. 305—311.
Windisch F., Heumann W., Kriegel H., Graffi A. Untersuchungen an Hefezellen über die Abhängigkeit des photodynamischen Effektes vom molekularen Sauerstoff. Ztschr. Naturforsch., 1953, Bb. 8b, H. 11, S. 673—674.
Windisch S. Ueber die Arteigenschaft bei Microorganismen und die Erklärung ihrer Abweichungen. Brauerei, 1953, vol. 7, No. 5. S. 25.
Witkin E. M. Effects temperature on spontaneous and induced mutations in Escherichia Coli. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 1953, vol. 39, No. 5, p. 427—432.
Wood T. H. Reproducibility of x-ray survival curves for yeast cells. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1953, vol. 84, No. 2, p. 446—452.
Wright B. E. Auto-adaptation: a new phenomenon observed in a bacterial population. J. Bact., 1953, vol. 66, No. 4, p. 407—420.
Wurtz B. et Mursch R. Recherches sur le mécanisme d'une mutation de l'équipement enzymatique de Streptobacterium plantarum. Bull. Soc. Chim. Biol,, 1952, t. 34, No. 7—8, p. 790—797.
Wynne E. S. Symposium on the biology of bacterial spores. Part III. Some physiological aspects of bacterial spore formation and spore germination. Bacteriol. Rev. 1952, vol. 16, No. 2, p. 101—110.
Wyss O. Annual meeting of the Society of American Bacteriologists. Science, 1953, vol. 118, No. 3070, p. 509.

Wyss O. and Hass F. L. Genetics of microorganisms. Ann. Rev. Microbiol., 1953, vol. 7, p. 47—82.
Yčas M. and Starr T. J. The effect of glycine and protoporphyrin on a cytochrome deficient yeast. J. Bact., 1953, vol. 65, No. 1, p. 83—88.
Yokoyama Y. and Hata T. Serological studies on Actinomycetes. II. On the chemical properties of the somatic antigens and on the hemoagglutination reaction. J. Antibiotics, Ser. A., 1953, vol. 6, No. 2, p. 80—86.
Yudkin J. Origin of acquired drug resistance in bacteria. Nature, Lond., 1953, vol. 171, No. 4352, p. 541—546.
Yuill E. A new ascosporic species of Aspergillus. Trans. Brit. Mycolog. Soc., 1953, vol. 36, pt. 1, p. 57—60.
Zakrzewski K., Koscielak J., Murawski K. Badania nad wirusem bakteryjnym I. Zageszczanie i oczyszczanie wirusa bakteryjnego na drodze wirowania adsorpcyjnego. Medycyna Doswiadczalna i Mikr., 1951, vor. 3, No. 1, c. 95—104.
Zapf K. Licht- und elektronenoptische Untersuchungen über die Ultraschallwirkung auf Bacterium coli unter Penicillineinfluß. Ztbl. Bakt., Abt. I, Orig., 1953, Bd. 159, H. 6/7, S. 436—453.

ХРОНИКА

РАСШИРЕННЫЙ ПЛЕНУМ СЕКЦИИ АГРОХИМИИ ВАСХНИЛ ПО ВОПРОСАМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ

Пленум был посвящен итогам исследований и задачам сельскохозяйственной микробиологии в свете постановления сентябрьского Пленума ЦК КПСС и по существу явился всесоюзной конференцией по сельскохозяйственной микробиологии. Работа его протекала в Ленинграде при Всесоюзном институте сельскохозяйственной микробиологии с 21 по 26 декабря 1953 г. В работе пленума приняли участие около 400 человек. Открыл собрание И. И. Самойлов.

На пленарных заседаниях были заслушаны доклады Е. Ф. Березовой, Н. А. Красильникова, Н. М. Лазарева, Я. П. Худякова, С. Н. Муромцева, Л. И. Рубенчика, Л. М. Дороспинского, Г. Л. Селибера, М. М. Макаровой и М. И. Прохорова. В этих докладах были освещены разные вопросы сельскохозяйственной микробиологии, а также некоторые общие вопросы касающиеся видообразования и фильтрующихся форм у микроорганизмов. Кроме того, много докладов было заслушано на секциях.

С докладом на тему «Задачи сельскохозяйственной микробиологии в свете постановления сентябрьского Пленума ЦК КПСС» выступила Е. Ф. Березова. В своем докладе Е. Ф. Березова отметила достижения почвенной микробиологии за последнее время. Советскими микробиологами был выполнен ряд исследований, имеющих значение для практики сельского хозяйства: были уточнены условия эффективного применения бактериальных удобрений и повышения ценности компостов путем регулирования микробиологических процессов, изучалась сущность действия гранулированных удобрений и т. д. Докладчик указал, что сейчас особенно возрос интерес к выяснению роли микрофлоры в питании растений. Для успешного решения этого вопроса необходимо усилить исследования по изучению отдельных физиологических групп микроорганизмов и их роли в питании растений, а также исследования по выяснению условий, способствующих развитию в почве полезной микрофлоры. Кроме того, необходимо развернуть работу по изучению микробиологических процессов, протекающих в почве в связи с применением органо-минеральных удобрений, рекомендованных Т. Д. Лысенко. В заключение своего доклада Е. Ф. Березова отметила важность разработки таких общетеоретических вопросов как видообразование, и стадийность в развитии микроорганизмов и биохимизма микробов.

Н. М. Лазарев, говоря о роли микроорганизмов в питании растений, подчеркнул, что условия питания растений связаны с ходом разложения и синтеза органического вещества. Процесс разложения совершается стадийно со сменой микрофлоры и ее сообществ. Поэтому питание растений связано со многими группами микробов, а не с какой-либо одной группой. Непосредственно пищу для растения подготавливает сообщество микроорганизмов, так называемая аутохтонная микрофлора Б.

Новую точку зрения на питание растений в связи с периодичностью микробиологических процессов в почве высказал в своем докладе Я. П. Худяков. На основании своих экспериментальных данных и подсчетов он показал, что повышение биологической активности почвы ведет к ускорению разложения органического вещества и накоплению мертвой микробной массы. Растение питается теми минеральными соединениями, которые получаются в результате разложения микробных тел, состав которых характеризуется узким отношением углерода к азоту.

Большое внимание на пленуме было уделено бактериальным удобрениям. Этот вопрос весьма разносторонне рассматривался на секции бактериальных удобрений. Ему был также посвящен доклад Л. М. Дороспинского на тему «Состояние и перспективы применения бактериальных удобрений». Докладчик отметил, что в настоящее время недостаточно внимания уделяется подбору и районированию культур бактерий, рассылаемых в различные почвенно-климатические условия. Он указал на то, что необходимо увеличить в два раза дозировку бактериальных удобрений по сравнению с применяемой в настоящее время. Кроме того, необходимо учитывать значение органических и минеральных удобрений, которые часто являются решающим условием для выявления эффекта от бактериальных удобрений. Необходимо также работать над созданием комплексного бактериального препарата.

В последнее время большое внимание исследователей привлекает вопрос об использовании явления антагонизма и применении антибиотиков в растениеводстве. С этой точки зрения значительный интерес представил доклад Н. А. Красильникова на тему «Антагонисты как фактор повышения урожайности». Докладчик указал на возможность образования антибиотиков почвенными бактериями и возможность их поступления в растение через корневую систему.

М. И. Прохоров в своем докладе «Современное состояние и перспективы развития бактериологического метода борьбы с грызунами» сообщил, что путем направленного изменения наследственных свойств кишечной палочки получены новые бактерии, патогенные для мышевидных грызунов и безопасные для человека, животных и птиц. Новые бактерии оказались весьма эффективными в борьбе с мышевидными грызунами. Для более широкого внедрения этого метода в практику разработана технология изготовления сухих культур. Большие перспективы использования микроорганизмов в животноводстве показала в своем докладе М. М. Макарова.

Выступивший на пленарном заседании председатель колхоза-миллионера «Красный Октябрь» Кировской области т. Прозоров указал на то, что применение бактериальных почвенных препаратов нельзя отрывать от всего комплекса мероприятий по поднятию урожайности.

Детальное обсуждение вопросов, связанных с разными разделами сельскохозяйственной микробиологии, происходило на секциях. Всего работало четыре секции: секция почвенной микробиологии и питания растений, секция бактериальных удобрений, секция животноводства и переработки сельскохозяйственных продуктов, а также секция борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

Самая обширная по числу участников была секция почвенной микробиологии и питания растений. На этой секции было заслушано более 20 докладов, в которых было затронуто значительное количество вопросов, охватывающих такие разделы, как: влияние различной системы удобрений и обработки почвы на микрофлору почвы (Возняковская, Мешков, Ляпшина); микробиологические основы компостирования торфов (Береснева, Чекалов); эффективность бактериального препарата АМБ (Никитина, Гладинович); эпифитная микрофлора растений (Худяков); роль микрофлоры в питании растений (Березова, Ахромейко, Фомин, Тулайкова, Станков и др.); пути регулирования почвенной микрофлоры (Былинкина, С. Лазарев).

Оригинальное сообщение сделал Рунов, который показал, как растительные остатки могут влиять на отбор микрофлоры в почве.

По всем затронутым на секции вопросам развернулись прения. Выступавшие Сапожников, Канивец отметили, что микробиологические исследования часто ведутся односторонне без учета биологии растения и почвенной среды, что является значительным недостатком работы.

Секция отметила, что за истекший период значительно продвинулась работа по уточнению роли различных групп почвенных микроорганизмов в создании плодородия, а также по выяснению роли микроорганизмов в питании растений. Однако эти актуальные вопросы требуют дальнейшей разработки.

На секции бактериальных удобрений основное внимание было уделено вопросам производства и эффективности бактериальных удобрений.

В настоящее время производство бактериальных удобрений переводится на новую технологию, а именно — размножение бактерий для бактериальных удобрений будет производиться глубинным методом с последующей сушкой накопленной бактериальной массы. По этому разделу секция заслушала доклады Доросинского, Лопатиной, Израильского, Бальшина.

По эффективности бактериальных удобрений был заслушан ряд докладов — Липкина, Юнг, Зак, Афанасьевой и другие. Изучение действия фосфоробактерина на черноземах при различных условиях агротехники было подробно освещено в докладе сотрудника Украинского института зернового хозяйства Е. Н. Шустовой. В выступлениях отмечалась эффективность фосфоробактерина как на черноземах, так и на подзолистых почвах при внесении под различные сельскохозяйственные культуры.

Оживленный обмен мнений вызвал доклад Г. Я. Петренко об эффективности специфических рас азотобактера. Выступавшие в прениях Доросинский, Гебгарт, Зиновьева и другие указывали, что эффективность некоторых рас азотобактера, которые Петренко считает специфическими, зависит скорее от высокой азотфиксирующей активности этих рас. Имеются случаи, когда пшеничная раса эффективна не только на пшенице, но и на картофеле и овсе.

Интересные данные об эффективности азотобактерина сообщили в своих докладах Геллер, Гебгарт, Палатная, Рахно.

Гебгарт и Палатная показали эффективность азотобактерина при его очаговом внесении.

Доклад Зарембы был посвящен весьма актуальному вопросу применения азотобактерина при протравливании семян. Выяснено, что при определенных условиях обработки семян протравителями и азотобактерином эти два приема можно сочетать, не снижая их эффективности.

Вопросам, связанным с изучением клубеньковых бактерий и эффективности нитрагина, были посвящены доклады Бородулиной, Щепкиной, Писемской.

Ю. С. Бородулина в своем докладе показала влияние форм и доз удобрений на изменение активности клубеньковых бактерий в подзолистой почве в полях севооборота.

Щепкина, Писемская привели интересные данные по опытам с нитрагинизацией люцерны на поливных и багарных участках Ростовской области и в хлопковых районах Азербайджана.

В решениях секции, наряду с достижениями по дальнейшему повышению эффективности бактериальных удобрений и разработке новой технологии производства, отмечены некоторые недостатки:

1) недостаточное теоретическое обоснование действия фосфоробактерина; 2) несовершенство технологии производства агарового азотобактерина; 3) недостаточное изучение эффективности нитрагина под травы; 4) слабое изучение вопросов изменчивости и селекции бактерий.

На секции борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур был сделан ряд докладов, освещающих исследования по применению антагонистов в борьбе с почвенной инфекцией и по предупреждению и лечению заболеваний растений при помощи антибиотиков (Кублановская, Аскарова, Шишелова, Давидов и Браилова). Доклады Воронкевич, Оксентьян, Старыгиной касались вопроса изменчивости фитопатогенных бактерий, причем было показано, что целый ряд факторов влияет на фитопатогенные бактерии, изменяя их патогенные свойства. Интересные данные были доложены Поляковым по выживаемости патогенных бактерий в почве.

Ряд сообщений был посвящен вопросу борьбы с мышевидными грызунами. Секция отметила необходимость дальнейших исследований в области применения антагонизма и антибиотиков для борьбы с заболеваниями сельскохозяйственных растений, а также необходимость изучения видообразования у фитопатогенных бактерий. Секция отметила необходимость широкого внедрения сухого препарата для борьбы с мышевидными грызунами.

На секции животноводства и переработки сельскохозяйственных продуктов обсуждались вопросы применения антибиотиков в животноводстве, а также вопросы переработки сельскохозяйственного сырья и подготовки кормов.

Доклад о биологии молочнокислых бактерий сделал Е. И. Квасников.

В сообщениях М. С. Полонской и В. В. Леонович была показана возможность получения антибиотических веществ, вырабатываемых ацидофильной палочкой из группы молочнокислых бактерий. Они указали на то, что весьма перспективным является применение в животноводстве ацидофильных культур с высокой антибиотической активностью.

Вопрос улучшения способов силосования был освещен в докладе А. С. Махаловой «Использование ацидофильных бактерий для приготовления комбинированного силоса». Интересное сообщение сделала Бычковская о переработке грубых кормов и превращении их в более усвояемую форму. Большой интерес вызвал доклад А. М. Скородумовой «Ацидофильно-дрожжевое молоко как лечебный препарат», а также доклад М. Р. Гибшман «факторы торможения молочнокислого процесса при выработке сыра» (бактериофаг и антибиотики и методы устранения их действия).

Ряд докладов был посвящен усовершенствованию способов переработки лубоволокнистых культур (Маркова, Клупт и др.), а также вопросам виноделия (Кирьялова, Шкляр).

В резолюции, принятой на заключительном пленарном заседании, отмечается значение данного расширенного пленума для обобщения работ по разным отраслям сельскохозяйственной микробиологии.

В резолюции сформулированы основные задачи, стоящие перед советскими исследователями, работающими в области сельскохозяйственной микробиологии, в деле повышения урожайности, поднятия продуктивности животноводства, борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и переработки сырья.

Ю. М. Возняковская
Ю. С. Бородулина

АКАДЕМИК Е. Н. ПАВЛОВСКИЙ

К 70-летию и 45-летию научной, педагогической и общественной деятельности

5 марта с. г. исполнилось 70 лет выдающемуся советскому ученому и общественному деятелю, заслуженному деятелю науки, дважды лауреату Сталинской премии, академику, генерал-лейтенанту медицинской службы Евгению Никаноровичу Павловскому.

Е. Н. Павловский является виднейшим советским зоологом, основоположником школы советских паразитологов, создателем учения о природной очаговости трансмиссивных болезней человека, автором более 600 научных работ, многие из которых удостоены высоких премий (две Сталинские премии первой степени, премии Академии наук СССР, премия им. Семенова-Тянь-Шанского, им. Ошанина, золотая медаль Военно-Медицинской академии и др.).

Почти полвека посвятил Е. Н. Павловский плодотворной научной работе в борьбе с различными тяжелыми заболеваниями человека и сельскохозяйственных животных.

Изучению неразгаданных ранее переносчиков таких тяжелых заболеваний, как клещевой энцефалит, осенний энцефалит, а также переносчиков других тяжелых болезней (малярия, клещевой возвратный тиф, москитная лихорадка, лейшманиоз, глистные инвазии и др.), отдал Е. Н. Павловский много сил и лет работы. Организованные им и работавшие под его руководством и при его непосредственном участии многочислен-

ные экспедиции обследовали самые отдаленные и часто труднодоступные районы нашей страны. Им было организовано и проведено более 160 экспедиций для изучения различных имеющих большое значение для здравоохранения и народного хозяйства вопросов. Эти экспедиции работали в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Забайкалье, в Архангельской области, в Крыму, Узбекистане, Таджикистане, Туркмении, в Ленинградской области, в Иране.

В итоге многих лет напряженной работы были собраны ценнейшие научные материалы по фауне, распространению, биологии и экологии важнейших переносчиков заболеваний человека и животных.

Е. Н. Павловским были широко развернуты и экспериментальные работы по изучению путей циркуляции возбудителей болезней в организме переносчиков, позволившие установить механизм переноса болезнетворного начала и условия заражения. Так, при личном участии Евгения Никаноровича и под его руководством были проведены работы по спирохетам клещевого возвратного тифа, исследована циркуляция вируса весенне-летнего энцефалита в организме клещей-переносчиков, выяснена роль слепней в переносе сибирской язвы, комаров в распространении туляремии и др.

В своих исследованиях Е. Н. Павловский никогда не ограничивается только теоретической стороной вопроса, а неизменно сопровождает их разработкой практических мероприятий. На основании полученных материалов Е. Н. Павловским были выработаны научно обоснованные мероприятия для профилактики и лечения ряда тяжелых заболеваний. Так, при выяснении переносчиков энцефалита Евгением Никаноровичем и его сотрудниками были предложены различные меры защиты человека от нападения клещей. «Шарфы» и «сетки» Е. Н. Павловского, специальные комбинезоны введены на снабжение частей Красной Армии, несших службу в районах распространения клещей-переносчиков. В итоге исследований клещей-переносчиков пироплазмозов крупного рогатого скота, проведенных в Ленинградской области, в Казахстане, Таджикистане и в Закавказье под руководством Евгения Никаноровича, были разработаны мероприятия по уничтожению клещей, по предохранению скота от нападения клещей, по ликвидации самих очагов заболеваний. Составленные им и его сотрудниками инструкции широко внедрены в практику советского здравоохранения. Много сил отдал Е. Н. Павловский популяризации среди населения мер борьбы с переносчиками. Им написан ряд популярных книг и брошюр: «Клещевой возвратный тиф», «Лихорадка паппатачи». «Вши и паразитарные тифы», «Москиты и передаваемые ими болезни», «Мухи», «Домашние животные и глисты человека», «Ядовитые животные Средней Азии и Ирана», «Защита от гнуса» и другие. Самим Е. Н. Павловским и под его руководством создан ряд выпущенных затем на экран научных фильмов: «Таежный энцефалит», «Клещевой реккуренс», «Проказа в Таджикистане» и др.

Е. Н. Павловскому принадлежит ряд крупных работ по общим проблемам паразитологии. Им создано учение о паразитизме как экологическом явлении. Составленные Евгением Никаноровичем книги: «Курс паразитологии человека с учением о переносчиках трансмиссивных болезней», «Руководство по паразитологии человека» выдержали ряд изданий и являются настольными книгами каждого паразитолога в нашей стране. «Руководство по паразитологии человека» получило высокую оценку — Сталинскую премию первой степени.

Много лет занимался Е. Н. Павловский изучением ядовитости отдельных животных и действия ядовитых начал на кожные покровы человека, итогом чего явилась капитальная монография «Ядовитые животные и их ядовитость».

Е. Н. Павловский обладает исключительным талантом организатора, проявившимся многогранно в организации экспедиций, в организации научных учреждений и в организации работы руководимого им института. Им был организован отдел паразитологии в Зоологическом институте Академии наук СССР, отдел паразитологии в ВИЭМ, паразитологическая лаборатория в Сухумском филиале ВИЭМ, Таджикский филиал Академии наук СССР и другие. Евгений Никанорович руководил Таджикским филиалом в течение 17 лет, и под его руководством Филиал непрерывно развивался, а Таджикистан, представлявший в части зоологических, ботанических и паразитологических исследований белое пятно, стал одной из хорошо изученных частей Союза ССР. В 1951 г. Таджикский филиал был преобразован в двенадцатую республиканскую Академию Наук. Признание заслуг Е. Н. Павловского перед Таджикской ССР нашло выражение в избрании его почетным членом вновь организованной Академии, а таджикский народ третий раз подряд выбрал его депутатом Верховного Совета СССР.

Под руководством Е. Н. Павловского руководимый им Зоологический институт Академии наук СССР успешно решает поставленные перед ним партией и правительством задачи.

Огромна и научно-редакторская работа акад. Е. Н. Павловского. Он является ответственным редактором ряда зоологических и паразитологических изданий и журналов, членом редколлегии других.

Академик Е. Н. Павловский является председателем Паразитологического общества, президентом Энтомологического общества, президентом Географического общества.

С 1921 г. Евгений Никанорович руководит кафедрой общей биологии и зоологии в Военно-Медицинской академии. Кафедра выросла и развилась под его руководством. За эти годы через кафедру и ее лаборатории прошло огромное количество студентов и аспирантов. Число учеников Е. Н. Павловского очень велико, и многие из них являются в настоящее время крупными советскими учеными, членами-корреспонден-

тами Академии наук, профессорами, докторами наук. Исследованиями его учеников охвачены все разделы паразитологии. Руководство Евгением Никаноровичем кафедрой высоко подняло ее значение, в связи с чем ей было присвоено в 1944 г. имя академика Е. Н. Павловского в связи с его шестидесятилетием.

Советское правительство высоко оценило заслуги акад. Е. Н. Павловского, наградив его многими орденами. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 4 марта с. г. за большие заслуги в развитии советской биологической науки Е. Н. Павловский снова награжден орденом Ленина.

Имя акад. Е. Н. Павловского имеет заслуженную мировую известность.

Е. Н. Павловский является общественным деятелем, много сделавшим и много делающим и в настоящее время для ознакомления широких кругов общественности зарубежных стран с советской наукой. С 1924 г. Евгений Никанорович посещал различные зарубежные страны: Англию, Германию, Францию, Италию, Швейцарию, Румынию, Польшу, Чехословакию, Индию, Иран, Ирак, представляя советскую науку на международных конгрессах, выступая с научными докладами. Много раз являлся Евгений Никанорович главой советской делегации. И везде ученые этих стран встречали его с заслуженным им уважением. В его честь устраиваются многолюдные собрания с участием представителей общественности и науки, организуются лекции и радиопередачи, посвященные изложению его важнейших работ. Признание научных заслуг Е. Н. Павловского за рубежом выразилось в присвоении ему звания почетного доктора Университета Дели (Индия), в избрании его членом-корреспондентом Лондонского Зоологического общества, почетным членом французского Общества тропической зоологии, почетным членом Иранской Академии наук, почетным членом Королевского общества тропической медицины и гигиены в Лондоне. Многие работы Е. Н. Павловского переведены за рубежом. Книги об Е. Н. Павловском изданы в Польше и в Чехословакии.

А. Г. Родина

СОДЕРЖАНИЕ

Экспериментальные статьи

Л. И. Солнцева. Фильтрующиеся формы бактерий воздуха 249
Я. И. Раутенштейн. О направленном получении фагоустойчивых культур актиномицетов 252
Е. Н. Иванова. Изменчивость биохимических свойств культур Proteus. . . 261
Л. А. Кузюрина. Характеристика складчатых вариантов кетогенных уксуснокислых бактерий 265
А. А. Имшенецкий и Е. Л. Рубан. Бесклеточная нитрификация. I. Выращивание культур Nitrosomonas и получение автолизата клеток 271
М. В. Федоров и В. Ф. Непомилуев. Распространение и азотфиксирующая активность азотобактера в ризосфере многолетних трав 275
А. Я. Трибунская. Приживаемость азотобактера на корнях яровой пшеницы на серых лесных почвах 283
В. Т. Украинский. Клубеньковые бактерии на корнях бобовых растений . . 291
М. В. Алесковский. Микоризация посевов дуба 297
Е. К. Кардо-Сысоева и В. А. Утенкова-Ранцан. О выходе спирта при дрожжевом брожении. IV. Условия торможения побочных реакций . . 304
А. Г. Забродский и С. С. Лещинская. О жизнедеятельности дрожжей в присутствии продуктов расщепления белков 313
Т. К. Гапоненков. О расщеплении пектиновых веществ растений ферментами микроорганизмов 317
М. В. Горленко, И. В. Воронкевич и Г. Д. Успенская. К биологии Pseudomonas tumefaciens — возбудителя корневого рака растений 322

Дискуссия

Я. П. Худяков. Современное состояние и задачи микробиологии почвы. . . 331

История отечественной науки

И. Л. Работнова. Материалы к истории технической микробиологии в СССР. Микробиология в спиртовой промышленности 349

Критика и библиография

А. С. Разумов.— С. И. Кузнецов. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. 361
Ю. И. Рубинштейн.— В. И. Билай. Ядовитые грибы на зерне хлебных злаков. 363
Библиография 366

Хроника

Ю. М. Возняковская и Ю. С. Бородулина. Расширенный пленум секции агрохимии ВАСХНИЛ по вопросам сельскохозяйственной микробиологии 388
А. Г. Родина. Академик Е. Н. Павловский 390

Т-03546 Подписано к печатн. 28/V 1954 г. Печ. лист. 12,33 + 3 вклейки
Уч.-изд. л. 15,7. Формат бумаги 70×108 1/16. Бум. л. 4 1/2. Тираж 6050. экз. Зак. 268

2-я типография Издательства Академии наук СССР. Москва, Шубинский пер. 10

Цена 12 руб.